



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

---

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA UNIDAD DIDACTICA PARA LA  
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRIA**

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TEACHING UNIT FOR TEACHING -  
LEARNING STOICHIOMETRY**

**CRISTIAN FERNANDO MANTILLA CADENA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MAESTRÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MANIZALES, COLOMBIA  
2014**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA UNIDAD DIDACTICA PARA LA  
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRIA**

**CRISTIAN FERNANDO MANTILLA CADENA**

**Trabajo de grado para optar al título de Magister en la Enseñanza de las Ciencias  
Exactas y Naturales**

**Director:**

**Magister JORGE EDUARDO GIRALDO ARBELÁEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MAESTRÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MANIZALES, COLOMBIA  
2014**

## DEDICATORIA

*Con todo mi cariño y mi amor a mis padres Doris y Armando que siempre creyeron en mí y que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños; me motivaron y me tendieron la mano cuando sentían que el camino se terminaba y mis ilusiones desfallecían. Los llevo siempre en mi corazón por haberme dado todo lo que soy como persona: mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mi hermano Gabriel quien siempre estuvo pendiente en mi proceso de formación académica, por la confianza que siempre me brindó para alcanzar este gran sueño.*

*A mis abuelos Segundo y Fanny. A Segundo quien es mi ángel y mi luz en el camino que recorro día a día, a Fanny quien es como mi segunda madre porque gracias a su sabiduría aportó para alcanzar mi madurez y todos los objetivos que me he propuesto en la vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A DIOS por haberme regalado la vida y en ella colocar todas mis habilidades y talentos para alcanzar las metas propuestas.*

*A toda mi familia quienes se preocuparon para hacer de mí un hombre de bien y poder compartir los recursos para hacer este sueño una realidad.*

*Al Magister Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por su gran apoyo, dedicación y conocimiento en el desarrollo de este trabajo.*

*A todos mis compañeros de la Maestría que fueron un apoyo incondicional en la culminación de este trabajo.*

*A la Universidad Nacional de Colombia por todos los conocimientos impartidos, en especial a todos los docentes de la maestría quienes brindaron valiosos aportes para ser cada día un mejor docente.*

*A la Institución Educativa Gran Colombia y sus directivas por permitirme desarrollar este trabajo.*

*A los estudiantes del grado undécimo de la institución Educativa Gran Colombia por su colaboración y participación en cada una de las actividades propuestas.*

## RESUMEN

En este trabajo se diseña y se aplica una unidad didáctica como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la estequiometria en estudiantes del grado once de la Institución educativa Gran Colombia del municipio de Manizales.

La metodología del presente trabajo de profundización se realizó desde un enfoque cuantitativo y un diseño Cuasi-Experimental y se desarrolló en varias etapas: Inicialmente se diseñó y se aplicó un instrumento para determinar los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos relacionados con el tema de estequiometria, luego con estos conocimientos previos se elaboró una unidad didáctica con tres actividades. La primera de ellas fundamentó lo relacionado con la estequiometria en reacciones químicas; la segunda de ellas se relaciona con reactivo límite y por último la actividad tres corresponde con pureza de los reactivos y porcentaje de rendimiento en las reacciones químicas.

Posteriormente se aplicaron dos instrumentos post – test, con el primero de ellos se procedió hacer un análisis cuantitativo entre el cuestionario pre - test y post - test uno, con el segundo se hizo un análisis para comparar el desempeño entre el grupo experimental y control después de aplicarse la unidad didáctica. Se concluyó que la unidad didáctica sirvió como estrategia en la enseñanza y aprendizaje de la apropiación del tema de estequiometria, despertando un alto grado de motivación y gran interés por el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Estequiometria, ideas previas, unidad didáctica, estrategia, enseñanza - aprendizaje.

## ABSTRACT

This paper is designed as a teaching unit and strategy is applied to improve the process of learning of stoichiometry in juniors educational institution Township Gran Colombia Manizales.

The methodology of this work of deepening was conducted from a quantitative approach and Quasi-Experimental Design and developed in several stages: Initially it was designed and a tool is used to determine the prior knowledge of students about concepts related to the topic of stoichiometry, then this prior knowledge with a teaching unit was developed with three activities. The first substantiated related to the stoichiometry in chemical reactions; the second one is related to reactive and ultimately limit the activity corresponds to three reagent purity and percent yield in chemical reactions.

Subsequently, two post instruments were applied - Final test with the first of them proceeded to make a quantitative analysis between the pre questionnaire - test and post - one with the second test analysis was done to compare the performance between the experimental and control after applying the teaching unit. Concluding that the teaching unit served as a strategy in teaching and learning the subject of ownership stoichiometry awakening a high degree of motivation and strong interest in student learning.

Keywords: stoichiometry, previous ideas, teaching unit, strategy, teaching - learning.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN .....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE GRAFICAS .....	9
LISTA DE TABLAS .....	15
LISTA DE ANEXOS .....	16
INTRODUCCIÓN .....	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
2. JUSTIFICACION .....	23
3. OBJETIVOS .....	25
3.1. Objetivo general .....	25
3.2. Objetivos específicos .....	25
4. MARCO TEORICO .....	26
4.1. Antecedentes .....	26
4.2. Marco histórico – epistemológico de la estequiometria .....	28
4.3. Obstáculos para la enseñanza de la estequiometria .....	33
4.4. Resolución de problemas en ciencias .....	34
4.4.1. Resolución de problemas en química .....	36
4.5. Ideas previas.....	38
4.6. Estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia .....	39
4.6.1. Estrategias para la enseñanza y aprendizaje de la química.....	42
4.6.1.1. El diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.....	43

4.6.1.2. El diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la química .....	46
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	48
5.1. Enfoque del trabajo .....	48
5.2. Contexto del trabajo .....	48
5.3 Diseño del trabajo .....	49
5.4 Etapas del trabajo .....	49
<b>6. ANALISIS DE RESULTADOS</b> .....	56
6.1 Análisis de resultados para cada una de las preguntas del instrumento pre – test y post- test uno aplicadas en el grupo experimental y grupo control .....	56
6.2 Análisis de resultados por categorías de preguntas del instrumento pre – test y post – test uno .....	107
6.2.1. Categoría de preguntas sobre aspectos analíticos de sustancias .....	107
6.2.2. Categoría de preguntas sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	108
6.2.3. Categoría de preguntas sobre cantidad de sustancia .....	110
6.2.4. Categoría de preguntas sobre reacción y ecuación química .....	112
6.2.5. Categoría de preguntas sobre conservación de masa .....	114
6.3 Análisis de resultados sobre el proceso de aprendizaje del tema de estequiometria (post – test dos) .....	117
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	119
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	120
<b>REFERENCIAS</b> .....	121
<b>ANEXOS</b> .....	126

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Etapas del diseño metodológico .....	55
Gráfica 2. Pregunta No 1. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	58
Gráfica 3. Pregunta No 1. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	59
Gráfica 4. Pregunta No 2. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	61
Gráfica 5. Pregunta No 2. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	61
Gráfica 6. Pregunta No 3. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto conservación de la masa .....	63
Gráfica 7. Pregunta No 3. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto conservación de la masa .....	63
Gráfica 8. Pregunta No 4. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto conservación de la masa .....	65
Gráfica 9. Pregunta No 4. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto conservación	

de la masa .....	66
Gráfica 10. Pregunta No 5. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	68
Gráfica 11. Pregunta No 5. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de reacción y ecuación química .....	68
Gráfica 12. Pregunta No 6. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	70
Gráfica 13. Pregunta No 6. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	70
Gráfica 14. Pregunta No 7. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	72
Gráfica 15. Pregunta No 7. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	73
Gráfica 16. Pregunta No 8. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias .....	75
Gráfica 17. Pregunta No 8. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias .....	75
Gráfica 18. Pregunta No 9. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de	

aspectos analíticos de sustancias .....	77
Gráfica 19. Pregunta No 9. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de	
aspectos analíticos de sustancias .....	77
Gráfica 20. Pregunta No 10. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto cantidad	
de sustancia .....	79
Gráfica 21. Pregunta No 10. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto cantidad	
de sustancia .....	80
Gráfica 22. Pregunta No 11. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto conservación	
de la masa .....	82
Gráfica 23. Pregunta No 11. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto conservación	
de la masa .....	82
Gráfica 24. Pregunta No 12. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de cantidad	
de sustancia .....	84
Gráfica 25. Pregunta No 12. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de cantidad	
de sustancia .....	85
Gráfica 26. Pregunta No 13. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de reacción	
y ecuación química .....	87
Gráfica 27. Pregunta No 13. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de reacción	

y ecuación química .....	87
Gráfica 28. Pregunta No 14. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto conservación de la masa .....	89
Gráfica 29. Pregunta No 14. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto conservación de la masa .....	90
Gráfica 30. Pregunta No 15. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto reacción y ecuación química .....	92
Gráfica 31. Pregunta No 15. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto reacción y ecuación química .....	92
Gráfica 32. Pregunta No 16. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias .....	94
Gráfica 33. Pregunta No 16. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias .....	95
Gráfica 34. Pregunta No 17. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto conservación de la masa .....	97
Gráfica 35. Pregunta No 17. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto conservación de la masa .....	97
Gráfica 36. Pregunta No 18. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de	

aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	99
Gráfica 37. Pregunta No 18. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de	
aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	100
Gráfica 38. Pregunta No 19. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de cantidad	
de sustancia .....	102
Gráfica 39. Pregunta No 19. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de cantidad	
de sustancia .....	102
Gráfica 40. Pregunta No 20. Porcentajes de respuestas pre – test. Concepto de reacción	
y ecuación química .....	104
Gráfica 41. Pregunta No 20. Porcentajes de respuestas post – test. Concepto de reacción	
y ecuación química .....	105
Gráfica 42. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo experimental.	
Concepto de aspectos analíticos de sustancias .....	108
Gráfica 43. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo control. Concepto	
de aspectos analíticos de sustancias .....	108
Gráfica 44. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo experimental.	
Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	110
Gráfica 45. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo control. Concepto	

de aspectos fisicoquímicos de sustancias .....	110
Gráfica 46. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo experimental.	
Concepto cantidad de sustancia .....	111
Gráfica 47. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo control.	
Concepto cantidad de sustancia .....	112
Gráfica 48. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo experimental.	
Concepto de reacción y ecuación química .....	113
Gráfica 49. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo control. Concepto	
de reacción y ecuación química .....	113
Gráfica 50. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo experimental.	
Concepto conservación de la masa .....	115
Gráfica 51. Porcentajes de respuestas por categorías de preguntas grupo control.	
Concepto conservación de la masa .....	115

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diseño de las actividades según el modelo escuela activa urbana .....	52
Tabla 2. Porcentajes de acierto por pregunta entre el pre – test y post – test aplicados en el grupo experimental y grupo control .....	106
Tabla 3. Categorías de preguntas y porcentajes en promedio de acierto entre el pre – test y post – test aplicados en el grupo experimental y grupo control .....	116
Tabla 4. Resultados sobre el aprendizaje del tema de estequiometria .....	117

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cuestionario de presaberes .....	126
Anexo B. Actividad No 1 estequiometria en las reacciones químicas .....	132
Anexo C. Actividad No 2 reactivo límite .....	151
Anexo D. Pureza de los reactivos y porcentaje de rendimiento .....	161
Anexo E. Cuestionario aprendizaje estequiometria .....	169
Anexo F. Fotos generales .....	171

## INTRODUCCIÓN

Decidir cómo y que se va a enseñar es la tarea que enfrentamos los docentes en el camino de la enseñanza de las ciencias y en especial de la química, cuando buscamos estrategias que favorezcan el aprendizaje y faciliten la enseñanza de la ciencia. De un lado, hay que cumplir con las expectativas de las personas que participan en el proceso de enseñanza aprendizaje y por otro, concretar ideas para cumplir estándares y objetivos educativos, y alcanzar las metas que permitan acercarse mejor al mundo real de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. De ahí, que indagar por los saberes de los estudiantes con las actividades previas es necesario porque determina factores esenciales como la secuencia de enseñanza y la proyección a que se destine.

Un problema que encuentra el docente en la enseñanza de la química es que la formación de los estudiantes está siendo orientada al campo de la formación teórica, acumulando información sin sentido, sin promover el intercambio de ideas, el diálogo, la experimentación y la profundización y olvidando procesos tan necesarios como los de la química.

Otro problema que es importante señalar es el de los resultados en las pruebas externas y los informes evaluativos que indican que los profesores al enseñar ciencias naturales, no tienen la suficiente creatividad y formación para la implementación y aplicación de nuevas estrategias que faciliten y motiven al aprendizaje de las mismas, ocasionando desidia, fatiga y aversión por las ciencias. Lo anterior, se origina por los métodos de enseñanza utilizados, cambiar el sistema de formación y la enseñanza “tradicionalista”, y promover una formación y percepción que sea clara e inmediata con métodos activos, participativos, con situaciones

reales que involucren a los estudiantes y al profesor en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, es necesario avanzar en el diseño de nuevas e innovadoras estrategias metodológicas secuenciales que hagan de la enseñanza y el aprendizaje un proceso dinámico, creativo, motivador y útil para la transformación, formación y avance científico.

El propósito de una adecuada formación académica es alcanzar logros en los estudiantes y esto es factible al relacionar cada uno de los elementos del proceso de enseñanza - aprendizaje, donde el profesor sea un facilitador del aprendizaje y el estudiante como sujeto activo, se involucre, se comprometa con su proceso de aprendizaje procurando aplicar lo aprendido.

Hay que tener presente que los métodos utilizados por los profesores y los sistemas tradicionales de enseñanza y aprendizaje no favorecen la comprensión de los estudiantes, generando aprendizajes mecánicos, teóricos y memorísticos. Todo ello impide obtener óptimos resultados en el proceso de enseñanza - aprendizaje, en especial, en el área de ciencias y más específico aún en la cátedra de química, según lo expuesto por (Caicedo & Villareal, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, y buscando que la tarea de seleccionar el qué y el cómo enseñar en las aulas de clase no sea tan compleja y que garantice una dinámica que permita pensar, hacer y comunicar de manera coherente los diversos temas de la química y que luego sean utilizados y aplicados de manera adecuada por los estudiantes se propuso la construcción de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría.

La unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría, se aplicó con los estudiantes de grado once de la institución educativa Gran Colombia del municipio de Manizales. Para el diseño e implementación de esta unidad didáctica se tuvo en cuenta varias etapas: Primero el diseño y la aplicación de un pre – test para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre algunos conceptos claves para poder incluir los contenidos relacionados con la estequiometría. Segundo, el diseño y aplicación de la unidad didáctica la cual está constituida por tres actividades donde cada una de las actividades se articula de tal manera que se parte de la exploración de conocimientos previos de los estudiante siguiendo el modelo de Escuela Activa Urbana, es decir teniendo presente los momentos del modelo como son la apropiación de saberes, la fundamentación teórica, actividades de práctica y actividades de profundización. Finalmente se diseñó y se aplicó un post – test, constituido por dos cuestionarios para llevar a cabo la respectiva evaluación sobre la identificación del nivel de avance conceptual y el aprendizaje alcanzado en los estudiantes frente al tema de estequiometría.

El presente trabajo está dividido en ocho capítulos: el primer capítulo está relacionado con el planteamiento del problema. El segundo capítulo contiene la justificación. El tercer capítulo está relacionado con los objetivos tanto el general como los específicos. El cuarto capítulo contiene el marco teórico constituido por: Antecedentes, Marco histórico - epistemológico de la estequiometría, Obstáculos para la enseñanza de la estequiometría, Resolución de problemas en ciencias, Resolución de problemas en química, Ideas previas, Estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, Estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la química, El diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, El

diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la química. El capítulo quinto está relacionado con la metodología la cual se especifica en el Enfoque del trabajo, Contexto del trabajo, Diseño del trabajo, Etapas del trabajo. El sexto capítulo se relaciona con los análisis de resultados obtenidos del cuestionario pre - test y los cuestionario post – test uno y dos, de tal manera que se realizará la respectiva comparación entre el grupo experimental y grupo control en el avance conceptual con relación al tema de estequiometria y el aprendizaje alcanzado de este tema. El séptimo capítulo contiene las conclusiones. Y por último en el capítulo octavo se presentan las recomendaciones.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Para la mayoría de estudiantes, la química causa pánico, terror y angustia porque no entienden, ni comprenden, los conceptos, generando limitaciones en su aprendizaje y aplicación de los conceptos; que derivan en la falta de interés y la escasa motivación para complementar y ampliar su estudio. Además, hay un gran problema en los estudiantes en la asimilación de los contenidos y los conceptos fundamentales, razón por la cual quedan con múltiples vacíos. La explicación amplia, dentro del campo de la química, no se comprende o no se da, situación que impide avanzar y profundizar en aspectos como la estequiometría. Por otra parte cuando se empieza con un tema nuevo, los docentes no generan actividades para conocer las ideas previas de los estudiantes que apuntan a determinar habilidades y fortalezas siendo la base para la explicación de fenómenos representativos en la ciencia (Fernández & Moreno, 2008).

Para resolver el problema, es importante tener muy presente cómo está estructurado el proceso educativo del docente en la enseñanza del tema de la estequiometría, y si involucra una serie de actividades que se basen en los métodos participativos para que facilite en el estudiante una posible estrategia de aprendizaje de la estequiometría.

Por las razones expuestas, se propone una unidad didáctica que favorezca la asimilación del tema de estequiometría en los estudiantes, involucrando actividades que despierten la motivación de los estudiantes que les permita acercarse de forma más realista a la química y al mismo tiempo comprender la base y los conceptos fundamentales que se requiere para entender el papel fundamental de la ciencia, para que ellos mismos sean capaces de determinar

las aplicaciones de la misma con lo cotidiano. Todo lo anterior, presenta un reto al docente para responder el siguiente interrogante ¿Cómo mejorar el proceso enseñanza aprendizaje del concepto de estequiometria diseñando y aplicando una unidad didáctica en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Gran Colombia?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Es cierto, que cuando no se obtienen los resultados adecuados en el proceso de enseñanza y aprendizaje: desempeños básicos y mínimos, es necesario hacer un análisis y buscar otros métodos que mejoren el aprendizaje y que obliguen a cambiar los resultados. La responsabilidad ética del docente obliga a buscar razones, analizar situaciones para dar respuestas que permitan cambiar las estrategias metodológicas por otras que impliquen dinamismo y actividades que faciliten la adquisición de los conocimientos. (Astolfi, 2001).

La estequiometria siempre se considera un tema muy complejo para ser aprendido por los estudiantes, por lo tanto, en este trabajo de profundización se presenta un modelo de enseñanza de las ciencias naturales especialmente de la química, encaminado a la enseñanza y aprendizaje de la estequiometria a través de una unidad didáctica aplicada en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Gran Colombia, situación que hará que los maestros reflexionen sobre su práctica y las posibilidades de hacer el aprendizaje más motivador, con modelos metodológicos más novedosos que despierten en los estudiantes el interés hacia la ciencia y que permita llegar a aprendizajes a largo plazo y significativos para los estudiantes (Ausubel, 1986).

Esta unidad didáctica es una estrategia novedosa para la enseñanza de la química, al plantear cambios que permiten pasar de una enseñanza tradicional memorística a una enseñanza más activa de conceptos básicos de la química, especialmente de la estequiometria. Este diseño surge al analizar las dificultades presentadas por los estudiantes del grado undécimo de la

Institución Educativa Gran Colombia y en general a toda la comunidad educativa que estudia esta temática llamada estequiometría.

Esta estrategia metodológica para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría pretende facilitar el aprendizaje del estudiante a través del desarrollo de las actividades secuenciales propuestas en ella. También con esta herramienta didáctica se pretende facilitar la labor docente, en especial, en el área de química en la enseñanza de la estequiometría para hacer llegar el conocimiento de la forma más sencilla a los estudiantes, es decir esta unidad didáctica procura contribuir a los profesores que enseñan química un modelo para favorecer y apoyar la enseñanza con estrategias activas que incentiven el aprendizaje en los estudiantes. De esta manera se promueve el cambio positivo de prácticas docentes de quienes dan el curso de estequiometría.

Por otra parte, se invita a los profesores quienes orientan química para que la apliquen y vean la utilidad, no solo como herramienta de enseñanza, sino como guía práctica por la forma como pueden hacer que los estudiantes realicen secuencialmente las actividades; llevándolos a un aprendizaje más activo para obtener logros positivos.

La importancia del diseño de una unidad didáctica como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría es ofrecer a toda la comunidad educativa una herramienta metodológica que genere en los estudiantes motivación para aprender y disposición para adquirir conocimientos que le sean de utilidad para su formación personal y profesional.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar una unidad didáctica para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Gran Colombia en la ciudad de Manizales.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Diseñar y aplicar un instrumento que permita indagar las ideas previas de los estudiantes y conocer los obstáculos en torno a los conceptos fundamentales de la estequiometría.

Diseñar una unidad didáctica teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes y los obstáculos para introducir, estructurar y articular en el proceso de enseñanza – aprendizaje los conceptos referentes al estudio de la estequiometría con el apoyo de las TIC.

Aplicar la unidad didáctica sobre estequiometría como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Gran Colombia.

Evaluar la unidad didáctica comparada con la metodología tradicional a través del mejoramiento en el aprendizaje del concepto del estudiante.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 Antecedentes.

Revisada la literatura sobre unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometria, se destacan los siguientes trabajos:

Pinto (2004), realizó el trabajo de investigación “Ejemplos de la vida cotidiana descritos con cálculos estequiometricos”, con estudiantes de primer curso de ingeniería, concluye que es importante darle participación al estudiante en ámbitos sencillos. Los casos y ejemplos desarrollados en su investigación, pueden utilizarse en contextos educativos que promueven metodologías activas y participativas que involucran a los estudiantes hacia el aprendizaje de cálculos estequiometricos.

Loaiza (2011), en su trabajo de investigación “Diseño y aplicación de una Unidad Didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometria”, evidenció un aprendizaje significativo a largo plazo, convirtiéndose en una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometria, porque busca cambiar la manera tradicional de enseñar conceptos básicos de la química y específicamente de la estequiometria generando aprendizaje en los estudiantes a través de un modelo didáctico por investigación orientada.

Moreno (2011), en su investigación “Las analogías una estrategia didáctica para el aprendizaje de la estequiometria”, tuvo como propósito elaborar guías de tipo escuela nueva a partir del

uso analogías, como estrategia didáctica y mejorar en el aprendizaje de la estequiometria. Los resultados de valoración de la efectividad de la estrategia didáctica indican que las analogías seleccionadas para enseñar el concepto de estequiometria estimularon el desarrollo de los procesos lógicos de pensamiento, el entendimiento del concepto, el alcance de nivel teórico, lo que conllevó a la apropiación de los procedimientos, elevó la capacidad de resolver problemas y mejoró los porcentajes académicos obtenidos por los estudiantes.

La aplicación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometria se observa en el trabajo de investigación “Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometria”, el cual diseñó e implementó una secuencia de pasos tales como las unidades de enseñanza potencialmente significativas. Los resultados obtenidos con las estrategias empleadas muestran que éstos fluctúan entre los intereses y los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, lo cual lleva a una mayor motivación y a desarrollar procesos de pensamiento y actitudes frente a la apropiación del conocimiento logrando así unos aprendizajes significativos (Obando, 2013).

En ese sentido y de los aportes encontrados en las investigaciones revisadas, se concluye la necesidad y la importancia de diseñar guías que consulten los intereses de los estudiantes y que de manera secuencial se vaya acercando al conocimiento, permitiendo indagar, analizar, aplicar y evaluar de manera participativa, vivencial y creando situaciones creativas y motivadoras al aprendizaje.

## 4.2 Marco histórico - epistemológico de la estequiometria..

La estequiometria fue un término creado por un químico alemán de nombre Jeremías Richter (1762 – 1807), quien tuvo en cuenta ciertas características de cuantificación de las proporciones ponderales de masa en el momento en el que los elementos se combinaban con algunas sustancias dentro de una reacción química. La palabra estequiometria está conformada por dos palabras griegas cuya detonación es stoicheion y su respectivo significado corresponde a “elemento” y metron donde su significado corresponde a “metro”, asociando estas palabras la estequiometria adquiere su respectivo significado como el estudio de las relaciones cuantitativas de los elementos y compuestos en las reacciones químicas. Teniendo en cuenta la anterior definición y según Haim, Cortón, Kocmur & Galagovsky (2003); en su libro Aprender estequiometria con Hamburguesas y Sandwiches, ellos proponen la definición de estequiometria como “*tener habilidades y usarlas para calcular las masas involucradas en las reacciones químicas*”, por lo tanto teniendo en cuenta las dos comparaciones llegan a tener el mismo significado del concepto.

Richter tenía muchas habilidades y capacidades por las matemáticas, y encontró que cualquier masa de reactivos involucrada en una reacción química debe guardar una proporción fija en el momento de la formación de productos. Cuando empezó aplicar sus cálculos matemáticos, pudo determinar que si se colocaba a reaccionar XY con AB para dar como resultado XA inmediatamente tenía que formarse el otro producto YB, y al aplicar cálculos cuantitativos en los productos obtenidos se podía establecer una relación matemática que daba como resultado una cantidad fija en los reactivos. Este principio tuvo muchos intentos para que posteriormente

se pudiera comprobar que se trataba de una famosa ley llamada la conservación de la materia y fue así que Richter implementó la palabra estequiometria.

Por muchos años, la estequiometria ha sido considerada una rama de las ciencias de carácter cuantitativo de la química que abarca tanto los elementos y compuestos presentes en una reacción química, pero que además es importante centrarse en ciertas teorías o postulados como la ley de la conservación de la materia, la ley de Dalton o de las proporciones múltiples, la ley de Proust o de las proporciones definidas y la ley de Richter o de las proporciones recíprocas, que en determinados momentos permitieron dar un paso en el estudio y desarrollo histórico – epistemológico de la estequiometria.

Antes de la aparición del concepto de estequiometria, ya se conocían algunos conceptos importantes para el desarrollo y estudio de la estequiometria, entre ellos está el concepto de mol, que según Jansen (2004), en su investigación proponía que *“los romanos lo utilizaban para tener presente las piedras que según su forma tenían un peso muy grande y que eran utilizadas en construcción de malecones en los puertos”*, esta apreciación dio lugar a entender de manera histórica y epistemológica su definición, porque ha constituido uno de los ejes en el progreso de la Química ya que se necesita de muchos elementos para su comprensión y desarrollo en diversos aspectos que giran en torno a él, teniendo presente al químico alemán August Wilhelm Hoffman (1818 – 1892) quien tuvo en cuenta dentro de sus aportes en la química la relación de las masas macroscópicamente grandes.

Desde este momento, se empezó a reestructurar dicho término conocido como la mol, pero teniendo como base las relaciones en cuanto a sus masas que estaban implicadas en las

reacciones químicas. Es así como, se empieza a establecer la definición exacta del concepto donde se hace referencia al autor Azcona (1997), quien tiene como punto de referencia al químico y además físico Alemán Wilhelm Ostwald (1853 – 1932) quien definió la mol como “*el peso normal o molecular de una sustancia expresado en gramos*”. Estos aportes dentro de la historia y los aportes valiosos que han contribuido algunos químicos han servido para darle una mayor claridad al concepto de mol cuya definición se basa en la cantidad de sustancia que contiene unidades elementales.

Otra contribución o teoría importante que se asocia con los que han contribuido al desarrollo histórico epistemológico de la estequiometría y a dar entendimiento y comprensión, ha sido la Ley de la Conservación de la Materia, esta teoría dada a conocer en el año de 1789 por el químico francés Antoine Lavoisier (1743 – 1794), quien determinó que la cantidad de materia antes y después de una transformación química siempre sigue siendo la misma, es decir científicamente que la materia no se crea ni se destruye solo se transforma.

El anterior postulado generó posteriormente, contribuciones experimentales y fue el químico francés Joseph Louis Proust (1771 – 1826) quien comprobó experimentalmente que la formación de un determinado compuesto cuando dos o más elementos tienen la facilidad de combinarse lo hacen de manera ponderal o de masas que suelen ser fijas y definidas.

Hay que destacar lo desarrollado en el siglo XIX, específicamente en el año de 1808 por el químico John Dalton (1766 – 1844), quien con su dedicación científica, alcanzó a demostrar con explicaciones muy sencillas, la formación entre sustancias más simples y compuestas dentro de un marco de principios evidentes comprobando ciertas teorías como la ley de la

conservación de la masa y de las proporciones constantes cuando se presentaban por la interacción de reactivos para dar origen a otras sustancias llamadas productos, aplicando estos términos más literalmente se estaría hablando lo que normalmente se conoce como reacciones químicas.

En general cuando Dalton llegó a comprobar estas dos leyes y pudo acoplar una ley con respecto a la otra quiso definirla de manera más coherente conociéndola con el nombre de composiciones equivalentes; lo que hizo que los compuestos que ya existían en ese entonces pudiesen llegarse a transformar en compuestos diferentes pero sin que se alteren las teorías o postulados en los que se estaba basando.

No se pueden desconocer los aportes del científico físico y químico francés Louis Joseph Gay – Lussac (1778 – 1850), al desarrollo de la estequiometria. Este científico apporto en cuanto a la relación que tienen los gases cuando tenían la capacidad de expandirse en el momento en que las condiciones de temperatura y presión podían controlarse, cuando se generaba ciertos experimentos con relación a cualquier gas y lo que él quiso proponer fue una ley cuyo nombre se conoce como Ley de los Gases.

Dentro del campo de estudio y desarrollo de la estequiometria, los aportes históricos en el avance de la química han servido para encontrar la definición correcta del concepto, una vez se precisó la definición se tuvo la necesidad de resaltar que este concepto presenta un papel importante en la parte evolutiva de la química, debido al papel de la estequiometria en la experimentación y la forma como genera y abre campos en nuevas áreas entre ella se resalta la química analítica, Es decir, la estequiometria es importante en la química analítica, debido a

la importancia de las reacciones químicas cuando se llevan a cabo ciertas sustancias mezcladas en ellas y en la proporción que se manifiestan. La aplicación de este concepto en el campo de la química analítica dio pie para que surgieran investigaciones que promovieran una estructura encaminada a un desarrollo fundamental que hoy en día se conoce química moderna.

Es evidente que cuando ciertas teorías como las descritas anteriormente han dado grandes aportes en el estudio de la estequiometría, se evidencia el proceso y desarrollo en la construcción conceptual del término y las discusiones que históricamente se han dado para alcanzar la formalización o definición del concepto. Además se detecta que las teorías en su gran mayoría se basan específicamente en masa y esto permite que ninguna de las leyes se esté contradiciendo con lo que realmente se busca con el concepto, es decir aplicar cálculos cuantitativos que conlleven a mejorar cualquier proceso analítico aplicado a la química.

En resumen, todos los acontecimientos que se dieron a conocer sobre el concepto de estequiometría, permitieron generar ideas para el avance experimental y cuantitativo de cualquier sustancia química en el campo de acción de la química analítica, debido a que esto incentivó a la búsqueda de curiosidad en aquellos científicos que sentían pasión al momento de aplicar la matemática en contraste con la química.

### **4.3 Obstáculos para la enseñanza de la estequiometria.**

Un docente debe conocer y tener claridades sobre cuáles son las dificultades que tienen los estudiantes para la apropiación del conocimiento, ya que de esta manera puede utilizar los métodos de enseñanza y apropiarlos a las necesidades de los estudiantes.

Entre las dificultades que se han encontrado en la enseñanza y aprendizaje de la estequiometria se pueden mencionar las siguientes: En primer lugar, los estudiantes no saben diferenciar la materia macroscópica de la materia microscópica. Otra de las dificultades encontradas para la comprensión del concepto de estequiometria ha sido la definición del término mol. Este concepto según algunos autores, ha generado dificultades para su respectiva comprensión como lo expone Lazonby, Morris, & Waddington (1982), en su literatura, dando a entender que “Dado que las ideas que tienen los estudiantes de química del bachillerato acerca de las partículas son a menudo pobres o inconsistentes, no es extraño que tengan dificultades”.

Dierks (1981), manifiesta la dificultad de la comprensión de este concepto en los estudiantes; y sugiere “que el problema se presenta cuando se introduce el concepto de moles a estudiantes que no van a ser profesionales de la química. Un trabajo previo acerca de las dificultades de los estudiantes para establecer la conexión esencial entre las fórmulas químicas o ecuaciones químicas y las expresiones matemáticas que representan cantidades de sustancia”. Este autor menciona que las causas del fracaso en el aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia suelen atribuirse a la falta de conocimientos sobre conceptos que son prerrequisitos para su aprendizaje como la distinción entre mezcla y compuesto o átomo y molécula.

Otra dificultad que se ha encontrado en los estudiantes son las aptitudes matemáticas, se ha determinado que ellos tienen muy pocas bases para resolver problemas de química que tengan aplicabilidad con las matemáticas.

Como un último obstáculo en el aprendizaje de la estequiometría que se ha identificado es el relacionado con las cantidades de masa involucradas en una reacción química, que según Landau & Lastres (1996), encontraron que “un alto porcentaje de estudiantes en universidad tienen un problema de razonamiento sobre la conservación de la masa”, lo cual también implica problemas en determinar cuáles son los reactivos y los productos de una determinada reacción química.

#### **4.4 Resolución de problemas en ciencias.**

Plantear situaciones problemas hace que el docente seleccione y disponga de conceptos que el estudiante comprenda y luego utilice aplicándolos en la solución de problemas. Esta situación hace que el estudiante tenga la suficiente motivación para resolver actividades y profundizar en las mismas respondiendo al por qué de las mismas.

La situación problema “*surge sobre la base de la interacción activa del sujeto y el objeto de la actividad cognoscitiva que genera en el estudiante el deseo de responder a la pregunta formulada y que siente que puede y debe responder*” (Martínez, 1984). Cuando se plantean situaciones en las que hay problemas que resolver, es posible que se encuentren características muy particulares para el emprendimiento de procesos de investigación que aporten

conocimiento empírico para saber hacer dentro de un contexto y la aplicación de éste mismo pero apuntado a un conocimiento científico los cuales presenten las habilidades o potencialidades para que el estudiante aprenda a interactuar con la ciencia.

Resolver una gran cantidad de problemas en ciencias permite que haya una muy buena aproximación para la comprensión conceptual de carácter profundo; por lo tanto la resolución de problemas y un proceso cognitivo en el análisis conceptual van siempre de la mano porque permiten un constante apoyo y un mejoramiento en la aplicabilidad de la ciencia. De hecho, resolver problemas tradicionales puede reforzar actitudes superficiales y disuadir a los estudiantes de querer comprender (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Una forma para hablar de soluciones, es crear actividades de resolución de problemas que lleven a la concentración y así obtener una respuesta que pueda llegar a determinar el tipo de aprendizaje sobre un determinado tema.

Cuando el estudiante es capaz de entender de manera muy clara los conceptos involucrados en un problema, esto le permitirá al estudiante que logre la capacidad de mejorar sus habilidades de pensamiento crítico lo cual puede acercarlo de una mejor forma a la búsqueda de una posible solución del problema. Una vez, entendida y analizada la situación se ve favorecida la aplicación de conceptos porque ayuda a crear conocimiento propio de manera deductiva. Además la resolución de problemas es considerado como método no significativo a no ser que se conozca los fundamentos de comprensión en lo conceptual por parte de los estudiantes. En este sentido de ideas, algunos pasos para resolver problemas en ciencias es la aplicabilidad de un proceso de pensamiento creativo que defina la creatividad en términos de una posible

solución a cualquier situación en ciencias, por otra parte está la implementación de técnicas y habilidades que ayudan a encontrar un proceso productivo al momento de reorganizar mentalmente el problema. En conclusión cuando se llevan a cabo los anteriores pasos, cualquier problema en ciencias produce un cierto grado de incertidumbre y una conducta propensa a la búsqueda de solución.

#### **4.4.1 Resolución de problemas en química.**

En psicología cognitiva se parte de la definición de problema según (Simon, 1978), *“una persona se enfrenta a un problema cuando acepta una tarea, pero no sabe de antemano como realizarla. Aceptar una tarea implica poseer algún criterio que pueda aplicarse para determinar cuándo se ha terminado la tarea con éxito”*. O también la que proponen Chi & Glaser (1986): *“Un problema es una situación en la que se intenta alcanzar un objetivo y se hace necesario un medio para conseguirlo”*. A partir de estos significados podemos considerar que un problema parte de una inquietud y en ese sentido las operaciones o los pasos que se dan para resolverlos suelen llamarse resolución de problemas.

En química dentro de la resolución del problema se tiene en cuenta la corriente de psicología cognitiva, llamada procesamiento de la información; que se tiene en cuenta desde hace unos veinte años, a partir de los pensamientos de Newell & Simon (1972); y que han generado un progreso importante, básicamente en lo que se refiere a las explicaciones en procesos utilizados, en el contexto de problemas bien estructurados.

Dentro de la química, los estudiantes logran de forma consiente la comprensión de términos químicos, pero es importante la estructuración de habilidades operativas que conducen de manera secuencial a realizar una operación o a repetir una acción y la adquisición de conocimientos conceptuales para acercarse de forma más precisa a la solución de un problema. Además la visión de todo estudiante en química es lograr solucionar problemas científicos como si fueran problemas algorítmicos de matemáticas sin comprender después su significado.

Por otra parte, la motivación y el interés que tiene el estudiante para dar solución a un problema de química no es muy adecuada porque tiene falencias en el manejo conceptual y de algoritmos planteados desde un modelo tradicionalista, sin que haya una evolución conceptual que se haga portadora como punto positivo para la ciencia y que pueda actuar en su contexto. En general la resolución de problemas en química se define como la disponibilidad y la aplicación de conocimientos conceptuales desde lo procedimental hacia la búsqueda de habilidades estratégicas que permitan alcanzar un aprendizaje significativo de la química. En síntesis los problemas en química pueden solucionarse a través de un conocimiento teórico de conceptos, leyes o principios; posteriormente de unos procedimientos es decir de parámetros que puedan controlar variables, análisis de gráficos, datos estadísticos, etc. y finalmente una actitud optimista hacia la regulación de las dificultades del problema.

#### **4.5 Ideas previas.**

Las ideas previas son de gran importancia en la enseñanza y aprendizaje de la química, porque constituyen la base de la explicación de fenómenos representativos en la ciencia. Es importante tener presente que los docentes son los responsables de motivar a los estudiantes para determinar cuáles son los conocimientos empíricos que los estudiantes tienen para reconocer los obstáculos que limitan la capacidad de interesarse por el aprendizaje. Desde esta idea una forma de adquirir aprendizaje es relacionar preconceptos que se tienen y las ideas propuestas por el docente, permitiendo que las nuevas concepciones adquiridas por los estudiantes logren enfrentar procesos didácticos en la metodología de enseñanza para conseguir soluciones alternativas en el aprendizaje de conocimientos científicos.

Bello (2003), adopta la definición de ideas previas como “construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a sus necesidades de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada”. Es importante tener presente que las ideas previas están sujetos a cambios cuando el proceso de aprendizaje en el estudiante se ajustan a los cambios conceptuales, por lo tanto un cambio conceptual es la reestructuración de las ideas previas.

Según Pozo, Asencio & Carretero (1989), las ideas previas se caracterizan por ser espontáneas: surgen en forma natural y a partir de la interacción de quien aprende, con el mundo y con la gente; por tratarse de construcciones personales, es decir, producto de la

experiencia personal con el mundo y no a través de una escolaridad formal. Desde el punto de vista formal de la ciencia se trata de ideas incorrectas, sin embargo son verosímiles en un contexto cotidiano extraescolar. Encontrarse en forma implícitas en quien aprende, no siendo fácil exteriorizarlas ni verbalizarlas. Presentarse en forma incoherente o contradictorias entre sí. Compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación), a pesar de ser construcciones personales, cuestión que llega a trascender en el tiempo. Dominadas por la percepción, en general lo que se ve, es lo que se cree.

Es importante resaltar que las ideas previas tienen una relación directa con cualquier marco conceptual, porque a través de estas se da un proceso de articulación de la información desarrollando en los estudiantes enfoques científicos adecuados en la aceptación y la comprensión de conocimientos empíricos, pero además es claro entender que son muy pocos los estudiantes que tienen claro la viabilidad de los conocimientos previos para tener un mejor entendimiento de las concepciones del aprendizaje.

El concepto de ideas previas se puede resumir como ciertas condiciones necesarias y mínimas que un estudiante debe tener para continuar en su proceso de formación y adoptar nuevos modelos de aprendizajes en la adquisición del conocimiento.

#### **4.6 Estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.**

Los docentes en la actividad diaria del que hacer pedagógico están propensos a encontrarse con situaciones que quizá los limitan a cambiar su esquema de enseñanza en el contexto educativo; promoviendo procesos de formación que aporten estrategias teórico prácticas para

que sean fundamentales en la estructura de la enseñanza de las ciencias y los aprendizajes sean de carácter científicos, buscando en el estudiante un acercamiento hacia la formación de planteamientos y propósitos didácticos involucrados dentro de un contexto científico. Si el docente cambia sus esquemas de enseñanza, éste mejorará de forma muy exitosa la calidad dentro del que hacer académico y el estudiante tendrá un acercamiento a situaciones un poco semejantes a la de una comunidad científica.

Hoy en día es muy común los pensamientos que tienen los estudiantes a cerca de la ciencia, es decir no se contribuyen conceptos contextualizados que acercan más a la realidad de lo que se quiere enseñar y que son verdaderos esquemas conceptuales que facilitan la profundización, la experimentación y el avance conceptual. Los estudiantes creen que el conocimiento científico se resume a ecuaciones y las ideas conceptuales, de una u otra forma se convierten en algo memorístico y no se interpretan, ni analizan como realmente la ciencia lo demanda.

Por otra parte, cuando los alumnos abordan el análisis de problemas científicos, utilizan estrategias de razonamiento y metodologías superficiales (Carrascosa & Gil, 1985). Los desafíos que se han presentado en la ciencia, los vacíos conceptuales, la escasa preocupación por los experimentos y ensayos, son pruebas de que no hay en los estudiantes un aprendizaje significativo, por lo que se puede considerar según Calatayud, Gil & Gimeno (1992), el modelo tradicionalista se debe cambiar ya que se fundamenta en unas suposiciones inadecuadas que es necesario revalidar:

- a) Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación.

- b) El proceso de enseñanza – aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.
  
- c) El fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: Falta de nivel, falta de capacidad, etc.

La forma como se orientan los principios en la enseñanza de las ciencias es un tema de amplia investigación, y de esta manera las estrategias metodológicas usadas deben actualizarse, revisarse y valorarse en función de los resultados esperados. Aunque se ha determinado y adelantado en algunas estrategias que puedan dar respuesta a la problemática de cómo enseñar ciencias.

Gil (1994), propone que uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el vacío que existe entre las situaciones cotidianas de enseñanza – aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico, lo que propone el autor frente a esta idea es que los esquemas en ciencias deben ser conceptuales y reflejarse en procesos metodológicos que permitan la construcción de ideas para la búsqueda del conocimiento científico en compañía de actividades que den lugar a la elaboración de nuevos problemas. La repetición de actividades, sin observar, sin curiosidad, sin análisis, no conducen a fortalecer el espíritu científico ni al avance investigativo en la escuela.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario dedicar el espacio para hablar del profesor. Un buen profesor es aquel que conoce a parte de su disciplina de formación, los intereses, deseos,

motivaciones de los estudiantes, los esquemas, estrategias didácticas, los métodos científicos, las nuevas técnicas y teorías de enseñanza, de esta manera podrá aplicar, confrontar y revalidar técnicas y metodologías que beneficien y favorezcan el aprendizaje de sus estudiantes de tal manera que despierten en ellos el análisis crítico de los procesos para llegar al saber.

#### **4.6.1 Estrategias para la enseñanza y aprendizaje de la química.**

La evolución que se ha visto en la enseñanza y aprendizaje de la química no es muy notoria; porque el docente utiliza como estrategia para el desarrollo de sus clases su discurso, que para Reiser & Gagné (1983), “hasta la voz del docente es un recurso didáctico”, porque el discurso en el aula permite que el lenguaje como un estrategia de comunicación sea un recurso para la reconstrucción de significados que pueden ser expresados mediante un lenguaje oral o escrito. Pero, hay que ser creativos y utilizar la variedad de estrategias didácticas y metodológicas existentes para aplicar en las clases de química, seleccionando aquéllas que desarrollen el pensamiento de tipo científico, que los invite a pensar, analizar, experimentar y buscar alternativas viables en el proceso de evaluación conceptual de la química.

La enseñanza y aprendizaje en el contexto de la química ha sido definida como una preocupación por los docentes, debido al bajo rendimiento académico que los estudiantes pueden presentar manifestando en la forma de expresión y permitiendo alteraciones en lo académico, cognitivo y conductual e impidiendo el avance satisfactorio del aprendizaje. El énfasis se debe centrar en la comprensión no solo de conceptos abstractos sino también de

modelos que ayuden en el entendimiento de cualquier concepto químico; y además la aplicación de procesos y relaciones con otras áreas del conocimiento.

La enseñanza y el aprendizaje de la química ha preocupado a muchas personas e instituciones que observan los bajos resultados y la débil expectativa científica de los estudiantes, orientados a la repetición y no a la experimentación y búsqueda de respuestas de lo que el universo les ofrece. Aunque en la actualidad, esta apreciación ha cambiado lo que constituye una debilidad y no una fortaleza, (Arellano & Lazo, 2005). En atención a lo anterior, es obligatorio para un docente aplicar estrategias de enseñanza innovadoras que potencien mejores aprendizajes, que los logros y resultados evaluativos sean mayores y mejores. De esta manera, se podrán ensayar, explorar y crear estrategias didácticas que pueden mejorar el aprendizaje de la química y potenciar dinámicas de avance en la ciencia y aprovechamiento del método científico.

#### **4.6.1.1 El diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.**

La elaboración de la planeación y el diseño de las clases es el quehacer diario del docente. La estructuración de las clases implica la preferencia de los temas a desarrollar, el orden en la que serán aplicados, el diseño de propuestas académicas de la clase y de algunas posibles actividades extra. Todos estos factores comprenden la secuencia precisa del conjunto de habilidades cognitivas. Entendiéndose estas habilidades como las aptitudes para que el sujeto interiorice las ideas propuestas en las actividades cognitivas y las procese en la memoria para que posteriormente establezca respuestas propias de su aprendizaje.

Sánchez & Valcárcel (1993), tienen definido una serie detallada de recomendaciones para el diseño de unidades didácticas en el contexto de las ciencias experimentales. Las propuestas de

estos autores están definidos en cuatro componentes: análisis científico, análisis didáctico, selección de objetivos y selección de estrategias de evolución. Según los autores mencionados, ellos establecen cada uno de los componentes por medio de objetivos con propuestas procedimentales; por ejemplo, para el análisis científico notifica un esquema de selección de contenidos y definiciones conceptuales por medio de recursos científicos y actividades de reflexión científica, en el análisis didáctico es necesario identificar los saberes previos de los estudiantes, examinar las exigencias cognitivas de los temas a estudiar y definir los alcances logrados a través de la enseñanza. En resumen, para la selección de estrategias didácticas, los autores proponen un orden lógico de enseñanza que tenga una forma secuencial de actividades de enseñanza y disponer de materiales de aprendizaje adecuados con el tema que se quiera enseñar.

Campanario & Moya (1999), proponen un modelo de unidades didácticas basadas en tres etapas:

1. Actividades de iniciación (sensibilización temática, explicitación de conocimientos previos de los estudiantes).
2. Actividades de desarrollo (introducción y manejo de conceptos científicos, detección de errores, emisión y fundamentación de hipótesis, elaboración de diseños experimentales).
3. Actividades de acabado (elaboración de síntesis, mapas conceptuales y evaluación del aprendizaje).

El docente que tenga la capacidad suficiente para el diseño, la implementación y la evaluación de unidad didáctica, tendrá la autonomía de tomar decisiones que sean apropiadas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Clark & Peterson (1990), afirman cómo los profesores consideran que las unidades didácticas son una lista flexible en acciones centradas fundamentalmente en los contenidos y las actividades de enseñanza, estando implícitos los objetivos o metas a lograr.

La preparación de una clase está limitada por una serie de factores, como por ejemplo (la adaptación de los contenidos, el número de estudiantes por salón, las ideas previas que tienen los estudiantes sobre un determinado tema, etc.); por lo que se sabe que no es tarea fácil contribuir a una clasificación de gustos, que de forma consciente o inconscientemente puede aplicarse en saberes científicos, formaciones didácticas y el modelo educativo que se quiere seguir.

Sanmartí (2005), propone que “las nuevas orientaciones curriculares basados en puntos de vista constructivistas de la ciencia del aprendizaje y de la enseñanza implican que el profesorado debe tener amplia autonomía para tomar decisiones curriculares y en concreto, para el diseño de las unidades didácticas a aplicar en clase, con sus alumnos y alumnas”.

#### **4.6.1.2 El diseño de unidades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la química.**

La actual enseñanza de la química se fundamenta específicamente en la orientación hacia un pensamiento científico y que se aplique en perspectiva práctica bajo ciertos enfoques o criterios estructurados desde las TIC, con el objetivo de que se facilite la implementación de las estrategias de enseñanza y ayude a mejorar las bases conceptuales de los estudiantes que cursan el área de química. Cuando se habla de unidades didácticas para la aplicación de la química, se pretende buscar alternativas que ayuden a mejorar en la iniciativa tanto de la motivación como en la innovación de actividades que permitan construir respuestas utilizando un conjunto de habilidades que sean aplicadas para dar explicaciones a fenómenos químicos.

El uso constante de unidades didácticas en química, permite tener una relación directa entre los estudiantes con el docente porque ayuda a establecer una metodología que a la vez de ser teórica genera en el estudiante curiosidad de que las explicaciones de cualquier fenómeno químico se realice desde un ámbito práctico con la ayuda de laboratorios virtuales y los laboratorios físicos, teniendo presente que según Campanario & Moya (1999), señalan que las unidades didácticas son tendencias más recientes y afortunadas para la enseñanza de la ciencia.

La unidad didáctica se la considera una estrategia de enseñanza y aprendizaje que permite la búsqueda de necesidades para encontrar respuestas inmediatas de carácter científico durante el proceso cognitivo de los estudiantes. Por lo tanto con la unidad didáctica como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la estequiometría, pretende alcanzar aprendizajes significativos y por supuesto que sirva como una experiencia novedosa en la enseñanza de la estequiometría.

En síntesis el modelo a seguir en el diseño de la unidad didáctica es el de Álvarez (2013), publicado en su artículo “Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático”, basada a partir de un modelo lineal conformado por tres momentos específicos secuenciales estructurando paso a paso la evolución de los conceptos definidos de la siguiente manera:

El primer momento consta de las siguientes actividades: en primera instancia se exploran las ideas previas, posteriormente se desarrolla una actividad que lleve al estudiante a elaborar un rastreo histórico y epistemológico del concepto estudiado, la tercera instancia es desarrollar una actividad que articule múltiples modos semióticos y el componente tecnológico con las TIC, finalizando con una actividad que lleve al estudiante a auto-regularse a y a reflexionar metacognitivamente sobre el concepto estudiado.

En un segundo momento se inicia nuevamente con la exploración de ideas previas de una forma más elaborada, con actividades similares a la exploración del primer momento con diferencia en el nivel de dificultad de la actividad.

Por último, se inicia con actividades de un nivel de mayor dificultad de cada uno de los componentes de la UD (historia y epistemología del concepto estudiado, múltiples modos semióticos y TIC, reflexión metacognitiva) culminando con una nueva exploración de ideas previas; dicha exploración permite hacer comparación directa con la realizada en los dos momentos anteriores con el propósito de identificar en cada uno de los estudiantes si evolucionaron conceptualmente.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 ENFOQUE DEL TRABAJO.**

El siguiente trabajo de profundización se realiza desde un enfoque cuantitativo, que según Fernández & Hernández (2010), definen este enfoque “aquél que usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar hipótesis”, de tal forma que en este trabajo se recolectó y analizó los datos numéricos a partir de pre - test y post – test; para determinar por medio de porcentajes, gráficos y tablas, la respectiva interpretación y comparación de los mismos y establecer si la estrategia de la unidad didáctica es viable para la comprensión y apropiación de conceptos involucrados en el tema de estequiometria.

### **5.2 CONTEXTO DEL TRABAJO.**

El presente trabajo de profundización se aplicó en la Institución Educativa Gran Colombia del municipio de Manizales en el departamento de Caldas en el año 2014. Esta institución educativa es de carácter oficial que cuenta con tres jornadas de estudio. Esta unidad didáctica se implementó a una población determinada de estudiantes del grado once en los que se involucran hombres y mujeres cuyas edades oscilan entre los 15 y 19 años de edad con un estrato socioeconómico de 0, 1 2 y 3.

La Institución Educativa Gran Colombia cuenta con la aprobación para formar integralmente niños, niñas, jóvenes y adultos a partir del nivel de preescolar, básica, media académica y los Ciclos Lectivos Especiales Integrados (CLEI), a través de estrategias pedagógicas flexibles,

con una metodología de escuela activa, utilizando las TIC, garantizando la inclusión de la población vulnerable, con un proyecto de vida que fomenta un sano ambiente de convivencia y de reconocimiento de valores democráticos, en el marco de los principios institucionales, que propendan por el ser persona, por el ser ciudadano, por el ser líder en desarrollo de competencias en la interacción con la sociedad, manteniendo principios, valores y buenas relaciones en su entorno.

### **5.3 DISEÑO DEL TRABAJO.**

El diseño del presente trabajo de profundización se desarrolló a partir de un diseño de tipo Cuasi – Experimental, el cuál es la derivación de los estudios experimentales, donde la asignación de los estudiantes no es aleatoria aunque el factor de exposición es manipulado por el investigador según (Segura, 2003). Teniendo en cuenta dos grupos de trabajo, que fueron definidos como grupo experimental (GE), grado once uno con 23 estudiantes, a quienes se les aplicó el pre – test, la unidad didáctica y el post – test y al grupo control (GC) grado once dos con 26 estudiantes, a quienes les fue aplicado el pre – test, un modelo tradicionalista y el post – test.

### **5.4 ETAPAS DEL TRABAJO.**

Para lograr con los objetivos del presente trabajo de profundización se desarrollaron las siguientes etapas:

#### **ETAPA I: Inicial.**

En esta etapa se realizó la identificación del problema, la revisión bibliográfica acerca de unidades didácticas y estequiometría, el planteamiento del problema, la justificación del

problema, planteamiento de los objetivos tanto general como específicos, el marco teórico, la metodología y el cronograma de actividades.

## **ETAPA II: Diseño.**

En esta segunda etapa se realizaron las siguientes actividades:

Se realizó la respectiva revisión bibliográfica relacionada con el concepto, que para este caso se tuvieron en cuenta algunas estrategias metodológicas que se han hecho en la aplicación del tema de estequiometría, esta revisión bibliográfica se centró específicamente en la aplicación de unidades didácticas como estrategia de enseñanza y aprendizaje para el tema de estequiometría.

Se diseñó el cuestionario pre-test (Ver anexo A) para la exploración de los conocimientos previos de los estudiantes, con el fin de identificar las falencias y fortalezas de algunos conceptos claves para incluir en los contenidos de la estequiometría, este instrumento está constituido por un conjunto de 20 preguntas de selección múltiple con única respuesta (tipo I), tomadas del banco de preguntas del ICFES, que además en algunos casos fueron modificadas.

Cada una de las preguntas se categorizó de acuerdo a las relaciones establecidas para el estudio. Las preguntas del instrumento del pre - test está diseñado de acuerdo a la siguiente clasificación de categorías:

- ✓ Aspectos analíticos de sustancias (preguntas 8, 9 y 16).

- ✓ Aspectos fisicoquímicos de sustancias (preguntas 6, 7 y 18).
  
- ✓ Cantidad de sustancia (preguntas 10, 12 y 19).
  
- ✓ Reacción y ecuación química (preguntas 1, 2, 5, 13, 15 y 20).
  
- ✓ Conservación de masa (preguntas 3, 4, 11, 14 y 17).

Posteriormente se diseñó la unidad didáctica en tres actividades (Ver anexo B, Anexo C y Anexo D), y partiendo como base de los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario pre -test y siguiendo el modelo de Escuela Activa Urbana teniendo presente específicamente cuatro momentos de trabajo (Momento A: Apropriación de saberes, Momento B: Lectura, interpretación, análisis y desarrollo de actividades de aplicación, tanto cooperativas como individuales, Momento C: Aplicación de conceptos a situaciones reales de estequiometria, Momento D: Propuestas para superar las dificultades en la estequiometria, el Momento E, el cual corresponde a la evaluación se lo aplicó al final de la unidad didáctica).

El plan de trabajo seguido en cada una de las actividades se ajusta a un proceso lógico articulado, para que el aprendizaje sea de carácter analítico y evitando cuestiones memorísticas que fácilmente se olvidan, por lo tanto en la siguiente tabla se muestra la estructura de las actividades.

<b>ESCUELA ACTIVA URBANA</b>	
<b>Proceso metodológico de las actividades</b>	
<b>Tema</b>	
<b>Objetivos</b>	
<b>Momento del proceso</b>	<b>Referente conceptual</b>
<b>A. APROPIACION DE SABERES</b>	Crear interés y motivación en los estudiantes para determinar la exploración de conocimientos previos y experiencias para involucrar en el nuevo contenido que se espera aprender.
<b>B. FUNDAMENTACION TEORICA</b>	Nuevo conocimiento colaborativo adquirido con teorías, leyes, principios y postulados de carácter científico de manera sencilla agradable y motivante en la profundización de contenidos.
<b>C. ACTIVIDADES DE PRACTICA</b>	Afianzar el aprendizaje adquirido, apropiarse del nuevo aprendizaje y solucionar problemas de carácter reflexivo con el nuevo conocimiento. Aunque todas las actividades llevan el aprendizaje colaborativo inmerso en su esencia, es aquí en donde sale a flote toda su naturaleza; son actividades que requieren del protagonismo de sus actores, ya sea, como aprendices o bien, como enseñantes; todos/as entran en juego a través de una o varias acciones que no solo le refuerzan el contenido aprendido, sino que aplican los principios del aprendizaje colaborativo.
<b>D. ACTIVIDADES DE APLICACION</b>	Aplicar el conocimiento adquirido, de tal forma que se tengan en cuenta situaciones del diario vivir y tener presente el nuevo conocimiento para plantear otras situaciones de problema que ayuden a proponer acciones de mejoramiento y validar la calidad del aprendizaje.

Tabla 1. Diseño de las actividades según el modelo escuela activa urbana

Seguidamente se hizo el respectivo diseño del instrumento (post – test), el cual está conformado por dos cuestionarios, el primero de ellos es el mismo instrumento aplicado como pre –test (Ver anexo A), que en este caso permitió determinar el avance conceptual de los estudiantes y un segundo cuestionario con el objetivo de determinar cuál fue el aprendizaje alcanzado después de haberse aplicado las tres guías (Ver anexo E), este cuestionario está constituido por 5 preguntas de selección múltiple con única respuesta (tipo I), que en su gran mayoría fueron tomadas de la página web [www.caginufra.wordpress.com](http://www.caginufra.wordpress.com). Las preguntas del segundo cuestionario están diseñadas de acuerdo a los temas tratados en las guías. El diseño de las preguntas con respecto al segundo cuestionario es el siguiente:

- ✓ Reactivo límite (preguntas 2, 3 y 4).
  
- ✓ Porcentaje de rendimiento de reacciones químicas (pregunta 1).
  
- ✓ Pureza de los reactivos (pregunta 5).

### **ETAPA III: Aplicación.**

El cuestionario pre – test se aplicó antes de empezar la intervención a todos los estudiantes del grado once para identificar las falencias y fortalezas de algunos conceptos claves para incluir en los contenidos de la estequiometría. Luego se seleccionaron los grupos de trabajo que para este caso se lo llamó experimental conformado por los estudiantes a quienes se les aplicó la

unidad didáctica y el grupo control constituido por los estudiantes que se les implementó la metodología tradicional.

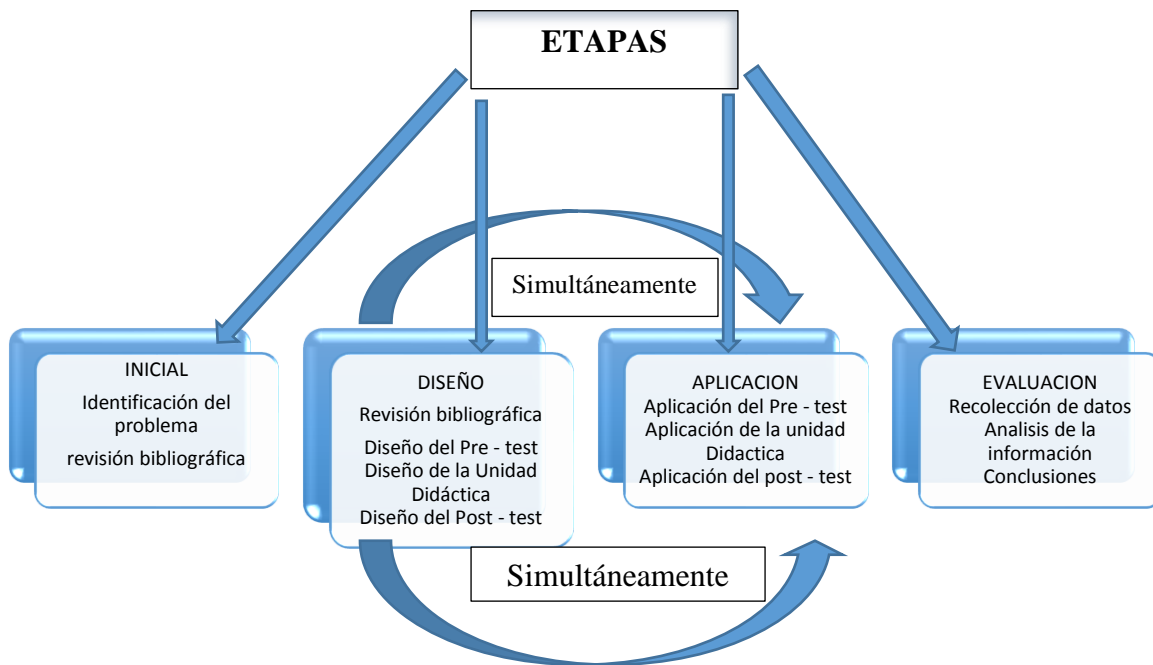
Con el grupo experimental se hizo la respectiva aplicación de las actividades que conforman la unidad didáctica, con el fin de seguir un proceso lógico en el aprendizaje de los conceptos aplicados en el tema de estequiometria y para cambiar las falencias encontradas en cuanto a los conceptos que son necesarios para comprender dicho tema.

Al finalizar el proceso de intervención y retroalimentación mediada por la aplicación de cada una de las actividades, se aplicó el post – test, el cual está conformado por dos cuestionarios, el primero de ellos es el mismo aplicado en la parte inicial para determinar conocimientos previos en los estudiantes y el segundo cuestionario para determinar el aprendizaje logrado después de la aplicación de las actividades de estequiometria. Cuestionarios que nos llevó a la obtención de información porcentual sobre el desarrollo de mejoramiento en el aprendizaje.

#### **ETAPA IV: Evaluación.**

En esta última etapa se obtuvieron datos numéricos los cuales fueron convertidos en porcentajes para determinar la cantidad de estudiantes que respondían a cada una de las preguntas, para que posteriormente se haga el respectivo análisis de resultados por pregunta y por categorías de preguntas del cuestionario pre – test y el post – test según la comparación de resultados en el grupo experimental y control. Luego esta información se tabuló y se graficó en diagramas de barras, para que después se logre concluir sobre la importancia de la unidad didáctica como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la estequiometria.

En la siguiente gráfica se presenta un resumen de las etapas del trabajo para el cumplimiento de los objetivos.



Grafica 1. Etapas del diseño metodológico

## **6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA CADA UNA DE LAS PREGUNTAS DEL INSTRUMENTO PRE – TEST Y POST – TEST UNO APLICADAS EN EL GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL PARA EL TEMA DE ESTEQUIOMETRIA.**

El instrumento que se aplicó a los estudiantes del grupo experimental (GE) que para este caso fueron los del grado once uno y a los estudiantes del grupo control (GC) que para ello fueron los del grado once dos, fue el mismo cuestionario, el cual está estructurado con un grupo de 20 preguntas de selección múltiple con única respuesta (tipo I), tomadas del banco de preguntas del ICFES, que además en algunos casos fueron modificadas acercándose a los contenidos de la estequiometria. Cada una de las preguntas están categorizadas según las relaciones establecidas para el estudio, estas categorías se definieron a partir de aspectos analíticos de sustancias, aspectos fisicoquímicos de sustancias, cantidad de sustancia, concepto de reacción y ecuación química y conservación de la masa.

A continuación se establecerá una comparación desde un enfoque cuantitativo entre el grupo experimental y grupo control para cada una de las preguntas sobre los resultados obtenidos en el cuestionario de pre - test y post – test.

Pregunta N° 1 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la cual propone la definición de lo que es una reacción química. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

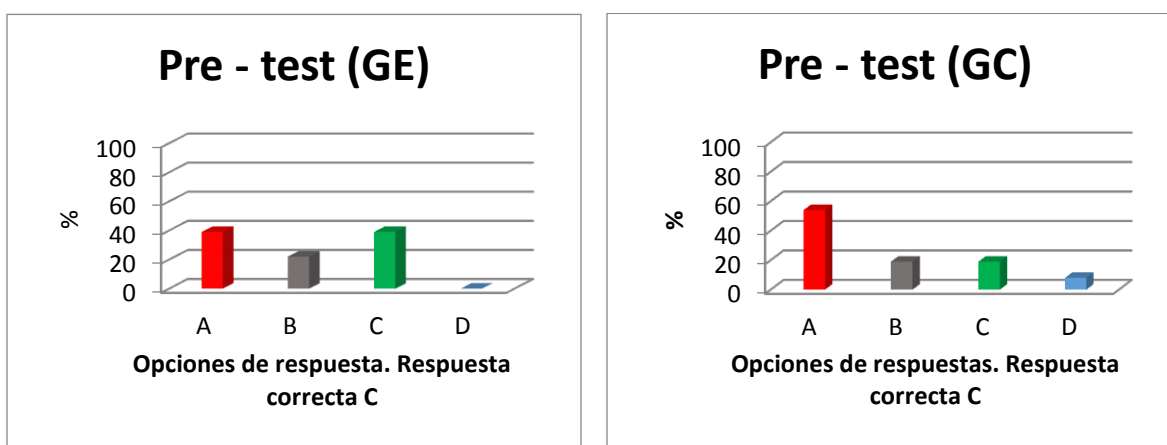
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 39% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 39% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes confunden el concepto de reacción química como la formación y ruptura de enlaces, otro 5% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de reacción química como la reorganización de los átomos por el rompimiento y formación de nuevos enlaces, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción D. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 56% marcando la opción C.

GC: Los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que sólo el 19% de los estudiantes tienen claro lo que es el concepto de reacción química seleccionando la opción C como respuesta correcta; un 54% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se puede determinar que en su gran mayoría los estudiantes confunden el concepto de reacción química como la formación y ruptura de enlaces; otro 19% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de reacción química como la reorganización de los átomos por el rompimiento y formación de nuevos enlaces, y por último el 8% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de reacción química como las sustancias que reaccionan son iguales a las sustancias que se forman conservando la ley de la masa. En el cuestionario post – test,

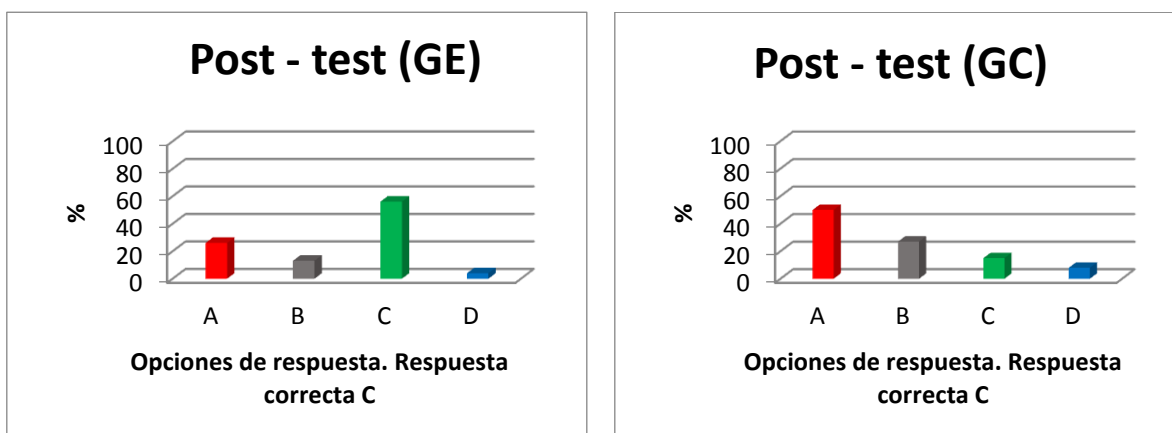
después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 15% marcando la opción C.

Teniendo presente los resultados obtenidos y haciendo la respectiva comparación entre los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°1 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción química es de un 20%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

Por otra parte con relación a los resultados del post – test del (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°1 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 17%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción química después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 41%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Estos resultados se muestran en la gráfica 2 y 3.



Gráfica 2. Pregunta N° 1. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 3. Pregunta N° 1. Porcentajes de respuestas pos-test. Concepto de reacción y ecuación química.

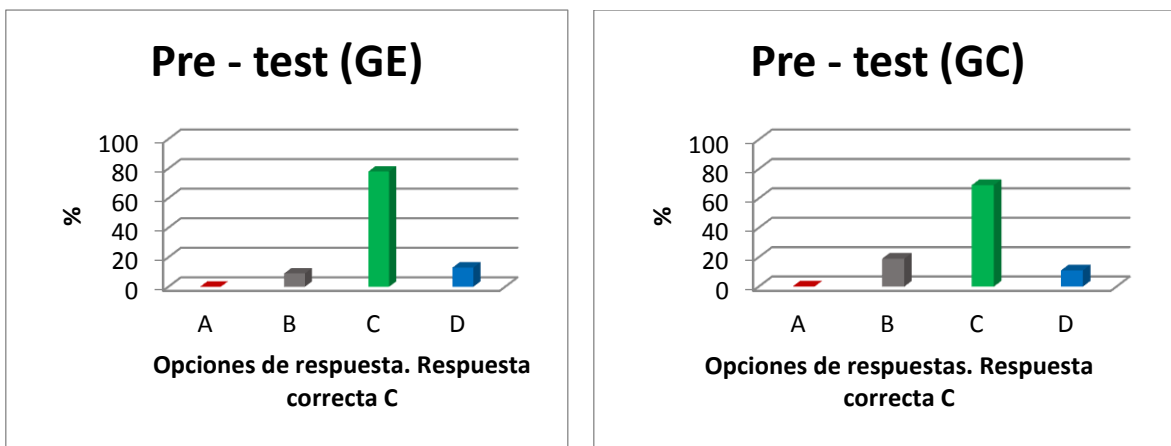
La pregunta N° 2 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la cual propone la combustión del metano y a partir de la reacción química se pide justificar del porqué la reacción química no está balanceada. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 78% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 13% de los estudiantes marcaron la opción D, donde se observa que los estudiantes no siguen un proceso de balanceo y sin darse cuenta que los coeficientes estequiométricos alteran la cantidad de átomos en un compuesto, otro 9% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes cuando balancean los reactivos solo tienen en cuenta algunos elementos y los otros elementos no los tienen en cuenta para establecer que la reacción química está balanceada, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción A. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 82% marcando la opción C.

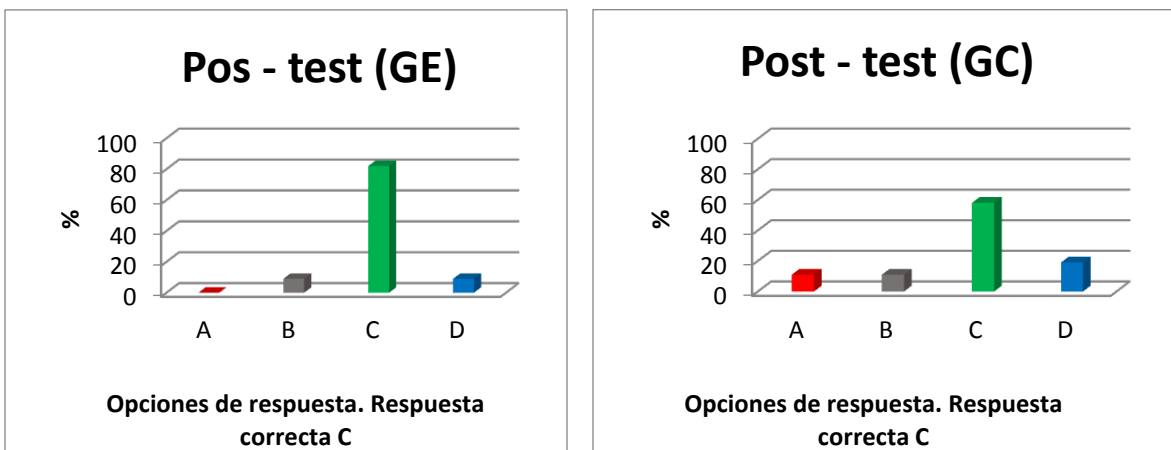
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 69% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 11% de los estudiantes marcaron la opción D, donde se observa que los estudiantes no siguen un proceso de balanceo y sin darse cuenta que los coeficientes estequiométricos alteran la cantidad de átomos en un compuesto, otro 19% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes cuando balancean los reactivos solo tienen en cuenta algunos elementos y los otros elementos no los tienen en cuenta para establecer que la reacción química está balanceada, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción A. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 58% marcando la opción C.

Según los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°2 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de balanceo de una reacción química es de un 9%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto de balanceo.

Una vez obtenido y comparando los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°2 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 4%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 11%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción química después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 24%, consiguiendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 4 y 5.



Gráfica 4. Pregunta N° 2. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 5. Pregunta N° 2. Porcentajes de respuestas pos-test. Concepto de reacción y ecuación química.

La pregunta N° 3 está relacionada con el concepto de conservación de masa, la cual propone una reacción química y adicionalmente una tabla de valores sobre masas molares de los elementos químicos que están implicados en la reacción química, esta pregunta pide conocer el concepto de conservación de la masa. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

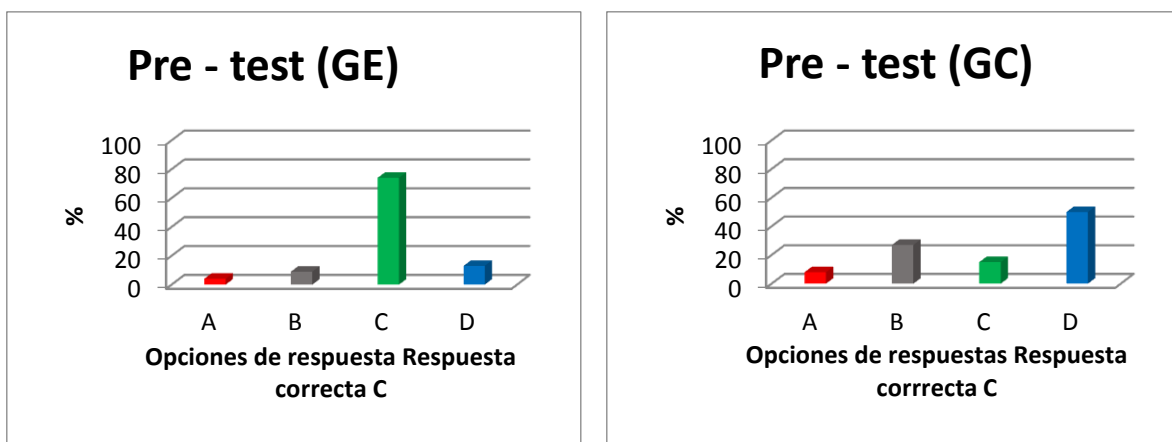
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 74% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 13% de los estudiantes marcaron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden la

cantidad de sustancias reaccionantes con la cantidad de átomos implicados en la reacción química, otro 9% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que la masa de los productos es mayor a la masa de los reactivos, y por último el 4% de los estudiantes respondieron la opción A, donde se establece que los estudiantes confunden la conservación de la masa con la cantidad de átomos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 82% marcando la opción C.

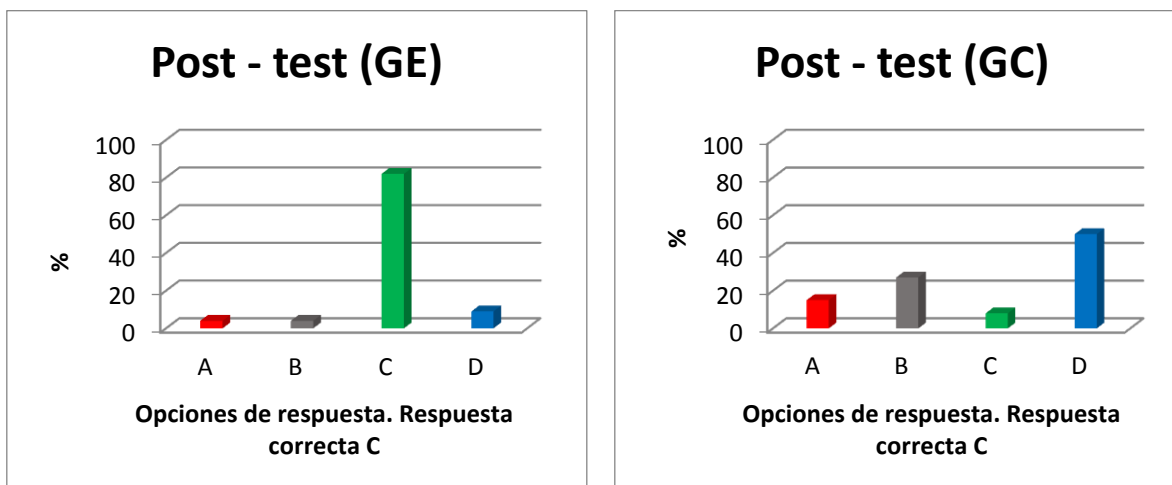
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 15% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 50% de los estudiantes marcaron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden la cantidad de sustancias reaccionantes con la cantidad de átomos implicados en la reacción química, otro 27% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que la masa de los productos es mayor a la masa de los reactivos, y por último el 8% de los estudiantes respondieron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden la conservación de la masa con la cantidad de átomos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 8% marcando la opción C.

Los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°3 determinaron que la diferencia entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa es de un 59%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto de conservación de la masa.

Por otra parte los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°3 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 8%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 7%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 74%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 6 y 7.



Gráfica 6. Pregunta N° 3. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto conservación de la masa.



Gráfica 7. Pregunta N° 3. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto conservación de la masa.

La Pregunta N° 4 está completamente relacionada con el concepto de conservación de masa, pero que además permite tener claridad el concepto de mol, esta pregunta propone realizar relaciones molares entre reactivos y productos en la reacción química. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

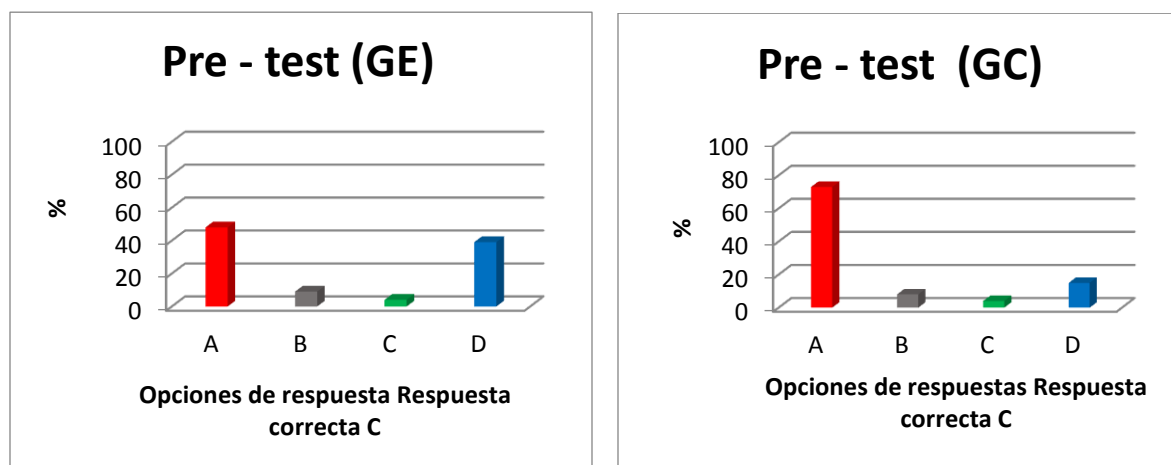
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo el 4% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 48% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden las relaciones molares con la cantidad de átomos, otro 9% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no tienen claridad el concepto de balanceo para hacer las respectivas comparaciones molares, y por último el 39% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden la relación molar entre comparaciones de masa a moléculas. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 52% marcando la opción C.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo el 4% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 73% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden las relaciones molares con la cantidad de átomos, otro 8% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no tienen claridad el concepto de balanceo para hacer las respectivas comparaciones molares, y por último el 15% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden la relación molar entre comparaciones de masa a moléculas. En el cuestionario post – test, después de haberse

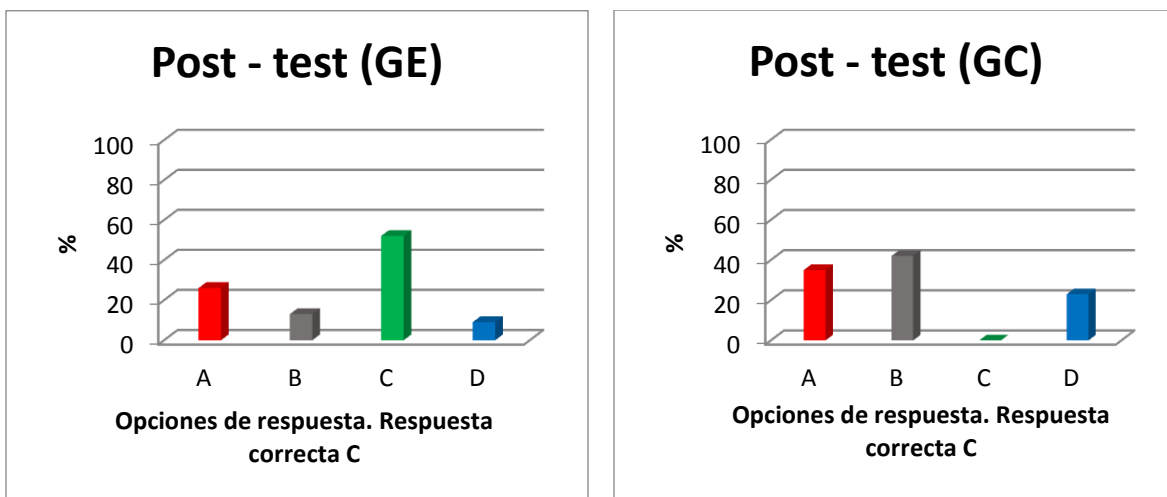
aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 0% marcando la opción C.

Para los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°4 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa es igual.

Continuando con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°4 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 48%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de la después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 52%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 8 y 9.



Gráfica 8. Pregunta N° 4. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto conservación de la masa.



Gráfica 9. Pregunta N° 4. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto conservación de la masa.

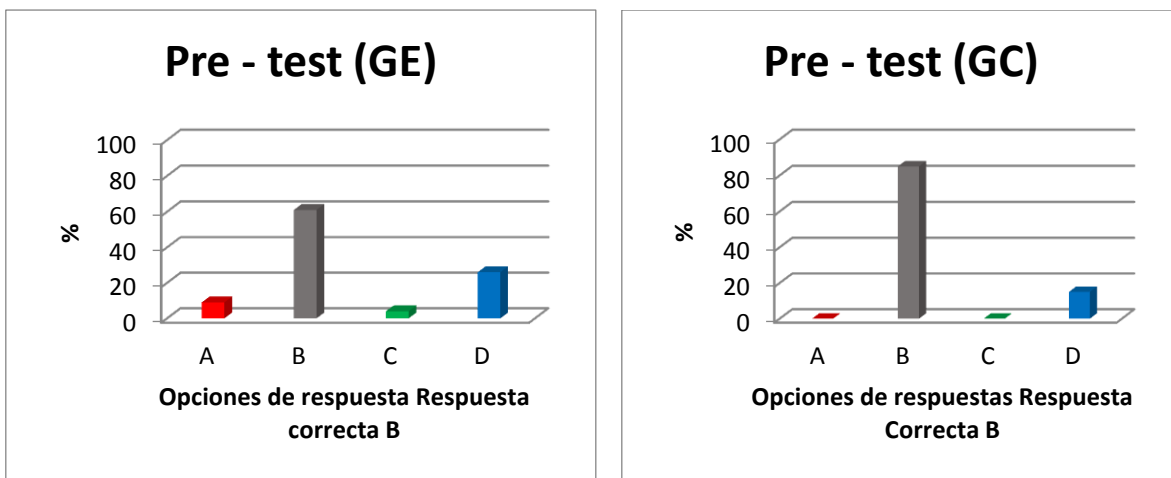
La Pregunta N° 5 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la cual propone la definición de lo que es una ecuación química. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 61% de los estudiantes seleccionaron la opción B la cual coincide con la respuesta correcta, otro 26% de los estudiantes marcaron la opción D donde se observa que los estudiantes confunden el concepto de ecuación química como la representación de símbolos, de fórmulas de los elementos y compuestos presentes en una reacción química, otro 9% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de ecuación química como la representación de símbolos, de fórmulas de los elementos y compuestos presentes en una molécula, y por último el 4% de los estudiantes respondieron la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de ecuación química como la representación de símbolos, de fórmulas de los elementos y compuestos presentes en un compuesto. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 91% marcando la opción B.

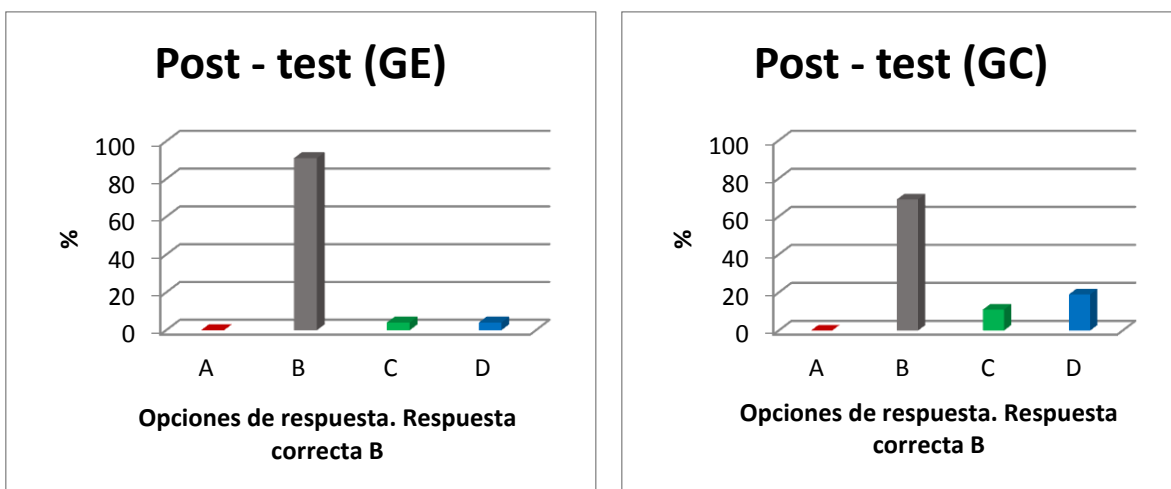
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 85% de los estudiantes seleccionaron la opción B la cual coincide con la respuesta correcta, otro 15% de los estudiantes marcaron la opción D donde se observa que los estudiantes confunden el concepto de ecuación química como la representación de símbolos, de fórmulas de los elementos y compuestos presentes en una reacción química, el 0% de los estudiantes no optaron por la opción A, y por último el 0% de los estudiantes no respondieron por la opción C. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 69% marcando la opción B.

Los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°5 indican que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de ecuación química es de un 24%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto de ecuación química.

Los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°5 se muestran que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 30%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 16%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción química después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 22%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 10 y 11.



Gráfica 10. Pregunta N°5. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 11. Pregunta N°5. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de reacción y ecuación química.

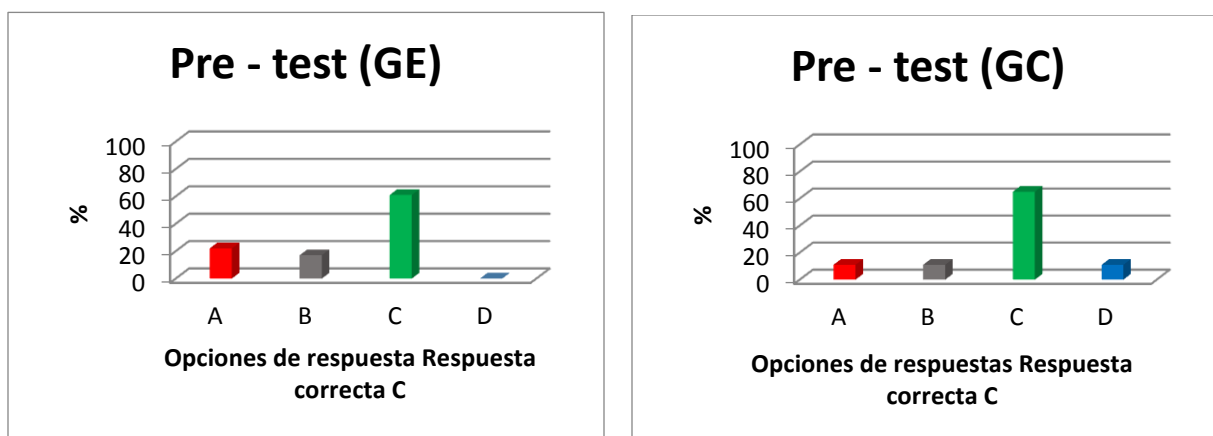
La Pregunta N° 6 está relacionada con el concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias, la pregunta se refiere a un gráfico que propone un método para la obtención del hidrógeno a partir de una reacción de un elemento metálico con el agua. Con la gráfica se le pedía que el estudiante tenga una capacidad de observar y que sea capaz de determinar la explicación de la gráfica con una de las reacciones propuestas como respuestas. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 61% de los estudiantes seleccionaron la opción C la cual coincide con la respuesta correcta, otro 22% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar el tipo de reacción que se produce, otro 17% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben determinar cuáles son los reactivos y los productos en una reacción química, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción D. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 78% marcando la opción C.

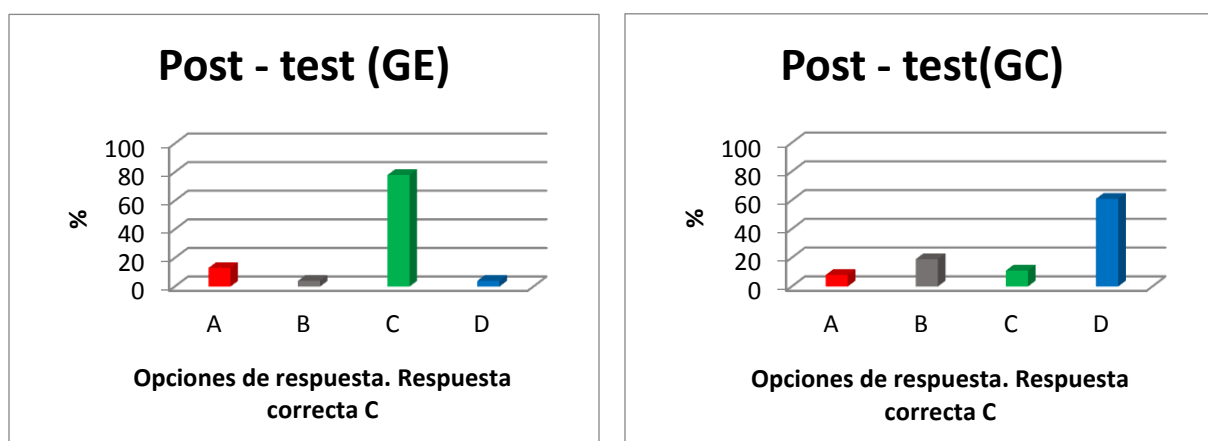
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 65% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 11% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar el tipo de reacción que se produce, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben determinar cuáles son los reactivos y los productos en una reacción química, y por último el 11% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes no saben identificar que el Hidrogeno que se produce está en estado gaseoso. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 69% marcando la opción C.

Con relación a los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) de la pregunta N°6 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias es de un 4%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto.

Respecto a los resultados del post – test en el (GE) y (GC) para la pregunta N°6 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 17%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 54%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 67%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 12 y 13.



Gráfica 12. Pregunta N°6. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias.



Gráfica 13. Pregunta N°6. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias.

La Pregunta N° 7 está relacionada con el concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias, la pregunta se refiere a una gráfica que propone identificar si las partículas propuestas en la gráfica se refieren a un átomo, un elemento, un compuesto o una mezcla. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

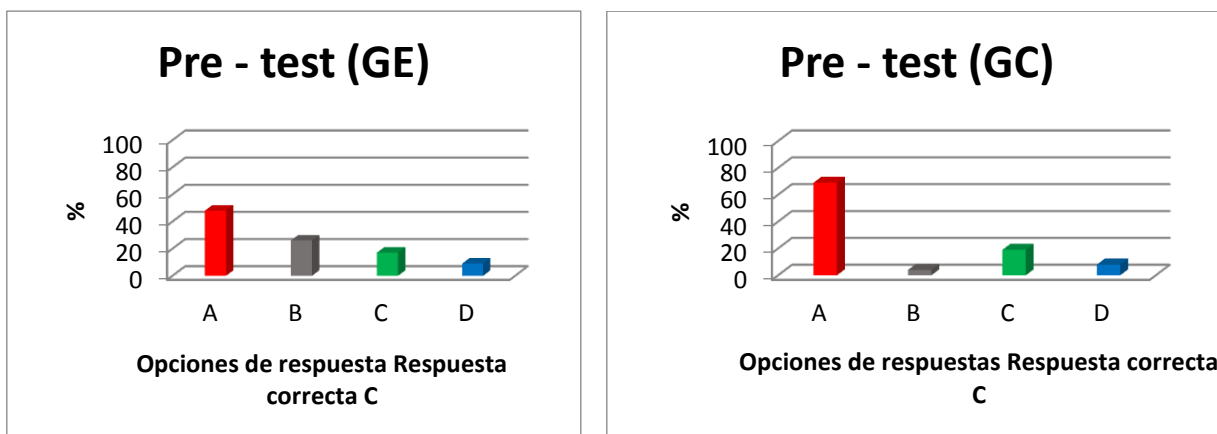
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo el 17% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 48% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar que varios átomos forman un compuesto, otro 26% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben identificar que varios elementos forman un compuesto, y por último el 9% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes aún confunden el tipo de organización de la materia. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 87% marcando la opción C.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo el 19% de los estudiantes seleccionaron la opción C la cual coincide con la respuesta correcta, otro 69% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar que varios átomos forman un compuesto, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben identificar que varios elementos forman un compuesto, y por último el 8% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes aún confunden el tipo de organización de la

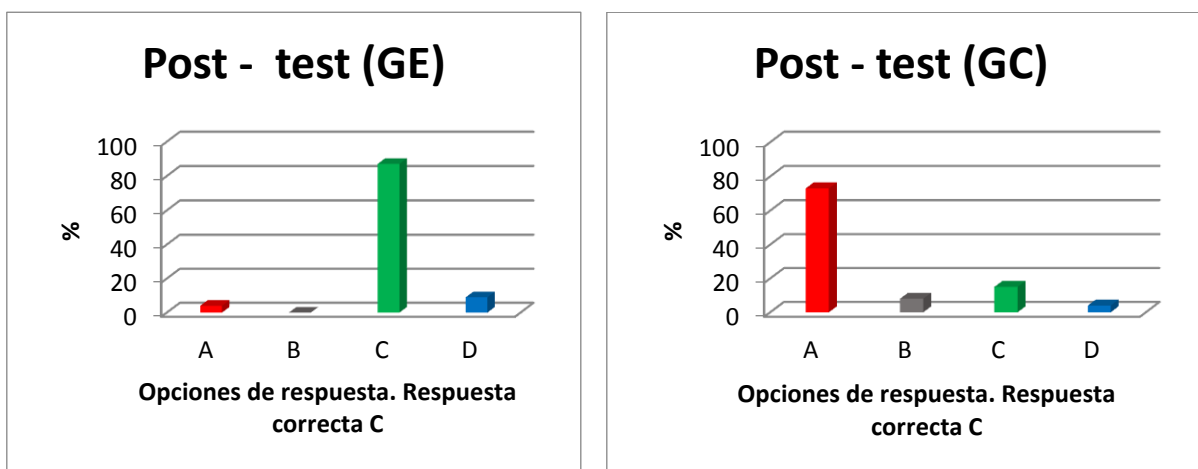
materia. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 15% marcando la opción C.

Para los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°7 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias es de un 2%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto.

Por otra parte haciendo su respectiva comparación entre los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°7 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 70%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 72%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 14 y 15.



Gráfica 14. Pregunta N°7. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancia.



Gráfica 15. Pregunta N°7. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias.

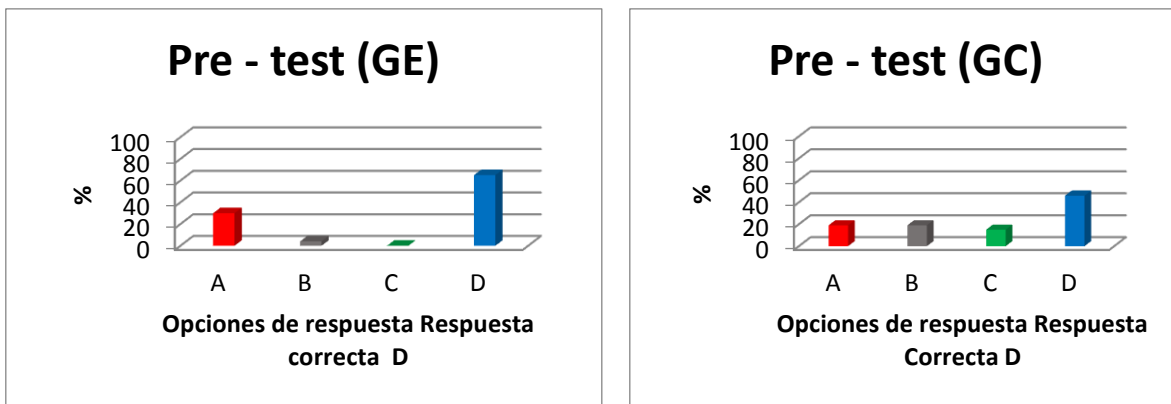
La pregunta N° 8 está relacionada con el concepto de aspectos analíticos de sustancias, la pregunta se refiere a una fórmula molecular que propone identificar de cómo está constituida la fórmula molecular. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 65% de los estudiantes seleccionaron la opción D, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 30% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en identificar el número de moléculas con el número de átomos en un compuesto químico, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben identificar el concepto de átomo y molécula, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción C. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 78% marcando la opción D.

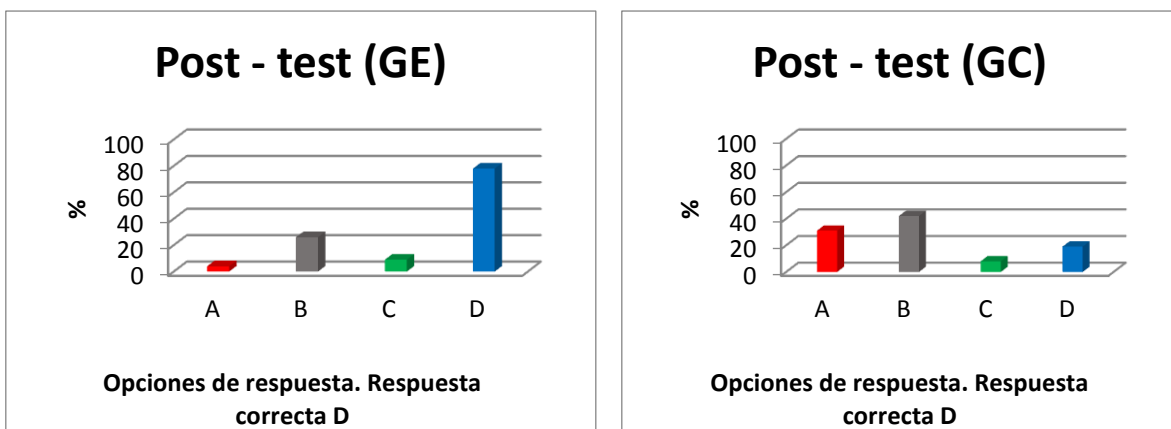
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo el 46% de los estudiantes seleccionaron la opción D la cual coincide con la respuesta correcta, otro 19% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en identificar el número de moléculas con el número de átomos en un compuesto químico, otro 19% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes no saben identificar el concepto de átomo y molécula, y por último el 15% de los estudiantes respondieron la opción C, donde se determina que los estudiantes presentan dificultades para calcular la cantidad de átomos en un compuesto. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 19% marcando la opción D.

A partir de los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°8 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos analíticos de sustancias es de un 19%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

De acuerdo con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) según la pregunta N°8 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 13%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 27%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de aspectos analíticos de sustancias después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 59%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 16 y 17.



Gráfica 16. Pregunta N°8. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.



Gráfica 17. Pregunta N°8. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.

La Pregunta N° 9 está relacionada con el concepto de aspectos analíticos de sustancias, la pregunta se refiere a una fórmula molecular que propone calcular su masa molecular. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

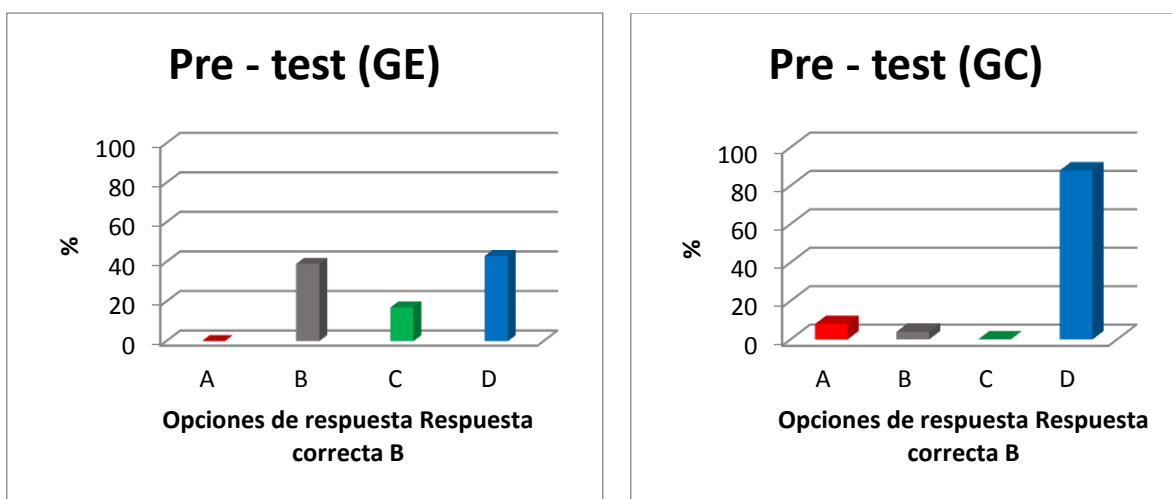
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 39% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 43% de los estudiantes marcaron la opción D donde se observa que los estudiantes tienen dificultades para calcular la masa total del compuesto, solo tienen en cuenta el peso atómico y lo suman sin

tener presente la cantidad de átomos, otro 17% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes tienen dificultades para calcular la masa total del compuesto, tienen en cuenta el peso atómico y lo multiplican por algunos átomos sin tener presente otros átomos que constituyen el compuesto, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción A. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 56% marcando la opción B.

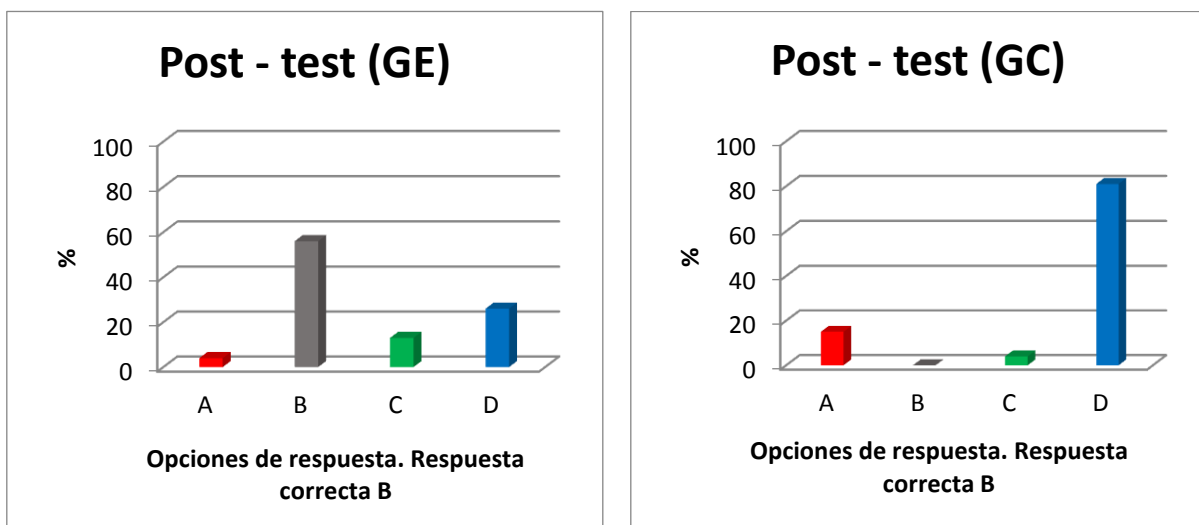
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 4% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 88% de los estudiantes marcaron la opción D donde se observa que los estudiantes tienen dificultades para calcular la masa total del compuesto, solo tienen en cuenta el peso atómico y lo suman sin tener presente la cantidad de átomos, otro 8% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes tienen dificultades para calcular la masa total del compuesto, tienen en cuenta el peso atómico y lo multiplican por algunos átomos sin tener presente otros átomos que constituyen el compuesto, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción C. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 0% marcando la opción B.

En los resultados del pre – test del (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°9 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos analíticos de sustancias es de un 35%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

Con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) de la pregunta N°9 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 17%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de aspectos analíticos de sustancias después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 56%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 18 y 19.



Gráfica 18. Pregunta N°9. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.



Gráfica 19. Pregunta N°9. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.

La Pregunta N° 10 está relacionada con el concepto de cantidad de sustancia, la pregunta está basada en la unidad para expresar un número muy grande de partículas cuyo nombre se refiere a la mol; esta pregunta permite definir el concepto de mol. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

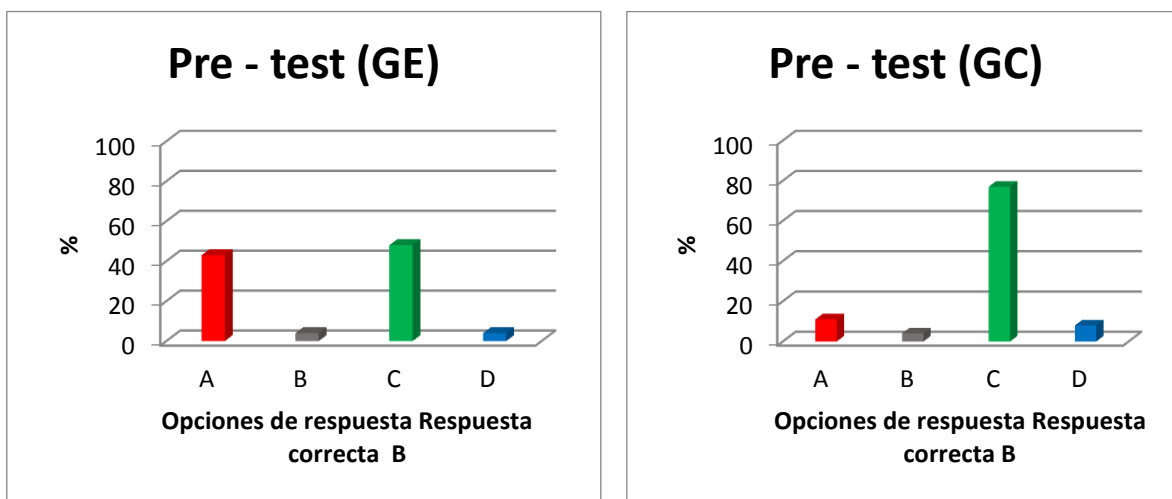
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 4% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 48% de los estudiantes marcaron la opción C donde se observa que los estudiantes confunden el concepto de mol como el peso atómico o molecular de una sustancia, otro 43% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de mol con el número de Avogadro, y por último un 4% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes confunden la definición del concepto de mol con la unidad del sistema internacional. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 30% marcando la opción B.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 4% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 77% de los estudiantes marcaron la opción C donde se observa que los estudiantes confunden el concepto de mol como el peso atómico o molecular de una sustancia, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes confunden el concepto de mol con el número de Avogadro, y por último un 8% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes confunden la definición del concepto de mol con la unidad del sistema internacional. En el cuestionario post – test,

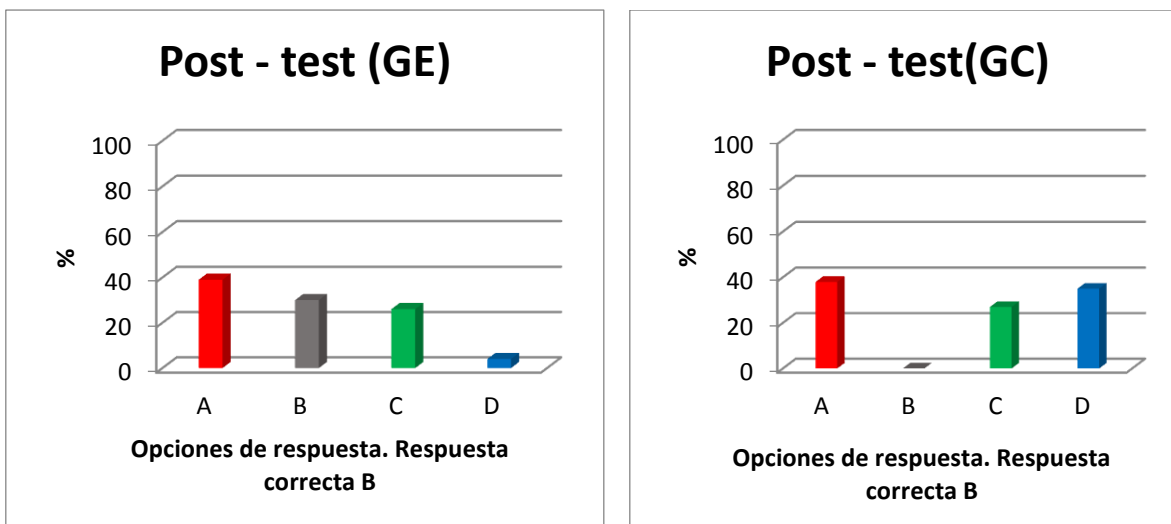
después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 0% marcando la opción B.

Haciendo su respectiva comparación entre los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°10 se puede determinar que la cantidad de estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre cantidad de sustancia es la misma.

Por otra parte haciendo su respectiva comparación entre los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°10 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 26%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de cantidad de sustancia después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 30%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 20 y 21.



Gráfica 20. Pregunta N°10. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de cantidad de sustancia.



Gráfica 21. Pregunta N°10. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de cantidad de sustancia.

La Pregunta N° 11 está relacionada con el concepto de conservación de masa, la pregunta propone una reacción química, a partir de ella se pide balancear la reacción química. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

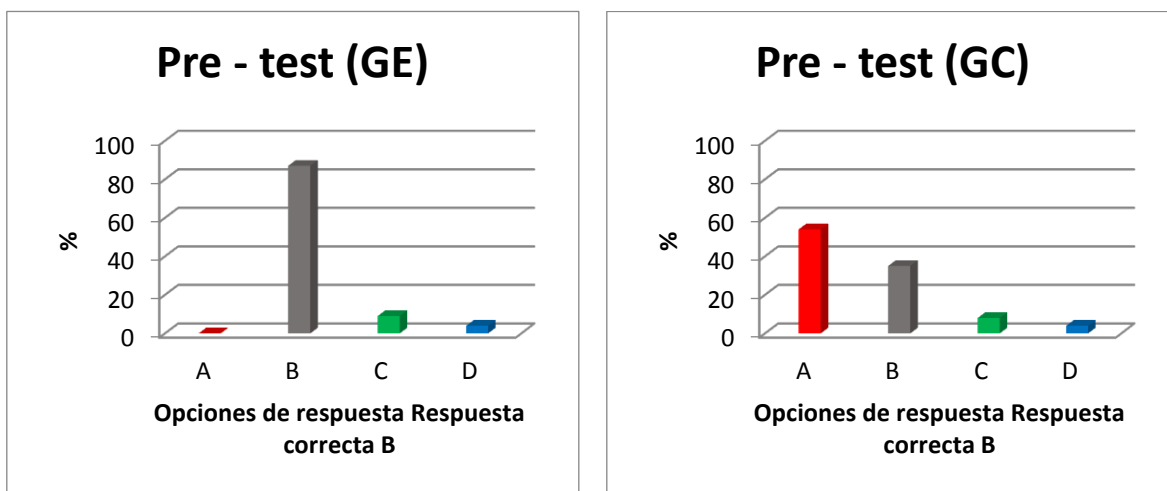
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 87% de los estudiantes seleccionaron la opción B la cual coincide con la respuesta correcta, otro 9% de los estudiantes marcaron la opción C donde se observa que los estudiantes se confunden al balancear una reacción química, es decir, balancean algunos elementos químicos sin tener presente el resto de los elementos que constituyen un compuesto, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción D, donde se determina que los estudiantes no saben balancear reacciones químicas, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción A. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 91% marcando la opción B.

GC: los resultados de los estudiantes de este grupo mostraron que un 35% de los estudiantes seleccionaron la opción B la cual coincide con la respuesta correcta, otro 8% de los estudiantes marcaron la opción C, donde se observa que los estudiantes se confunden al balancear una reacción química, es decir, balancean algunos elementos químicos sin tener presente el resto de los elementos que constituyen un compuesto, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción D, donde se determina que los estudiantes no saben balancear reacciones químicas, y por último el 54% de los estudiantes respondieron la opción A, donde se determina que los estudiantes cuando balancean una reacción química siguen el orden correcto de balanceo, pero no balancean los hidrógenos los cuales permiten saber si una reacción química está correctamente balanceada. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 15% marcando la opción B.

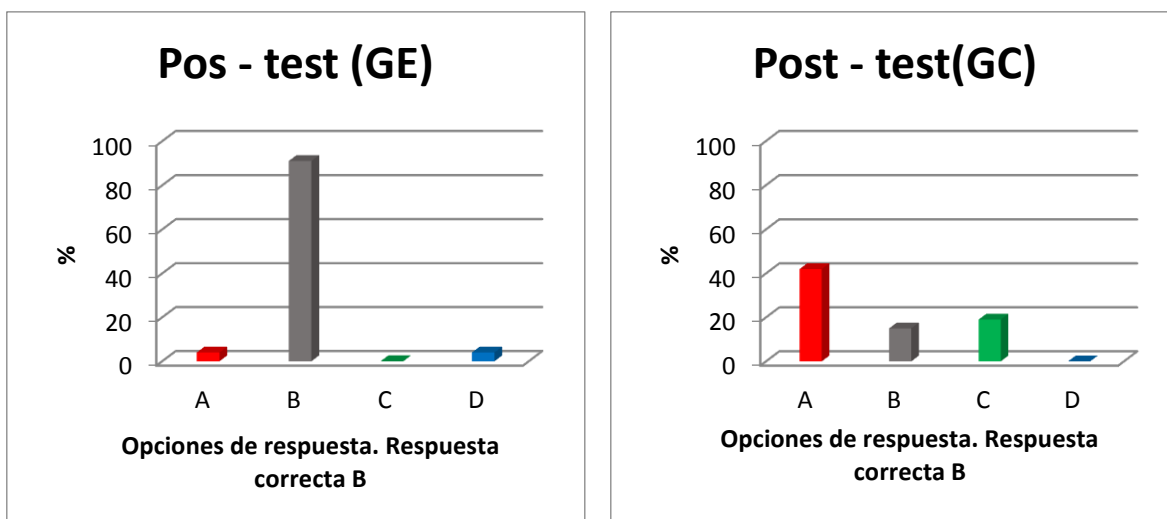
Teniendo presente los resultados obtenidos y haciendo la respectiva comparación entre los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°11 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre conservación de la materia y balanceo de reacciones químicas es de un 52%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

Por otra parte con relación a los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°11 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 4%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 20%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que

presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 76%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 22 y 23.



Gráfica 22. Pregunta N°11. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de conservación de masa.



Gráfica 23. Pregunta N°11. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de conservación de masa.

La Pregunta N° 12 está relacionada con el concepto de cantidad de sustancia, la pregunta propone un enunciado el cual se basa en cantidades específicas de unos elementos expresados

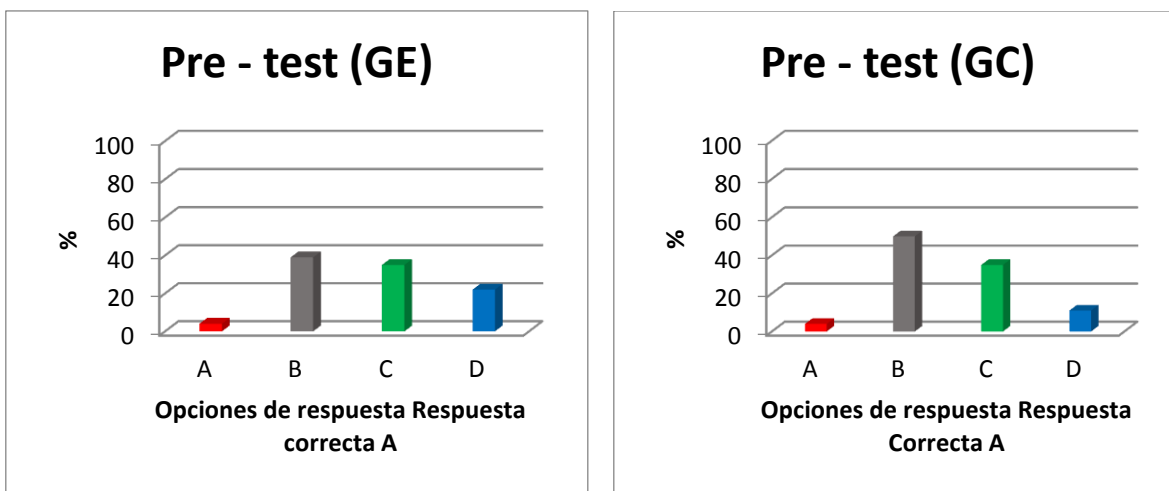
en gramos, en la pregunta se permite identificar la cantidad de sustancia pero en relación de átomos. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 4% de los estudiantes seleccionaron la opción A, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 39% de los estudiantes marcaron la opción B donde se observa que los estudiantes confunden que a mayor peso atómico la cantidad de átomos va también a ser mayor, otro 35% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que a mayor número de átomos el elemento de bajo peso atómico va también a ser mayor, y por último el 22% de los estudiantes seleccionaron la opción D, donde se observa que los estudiantes aún no saben determinar la cantidad de átomos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 26% marcando la opción A.

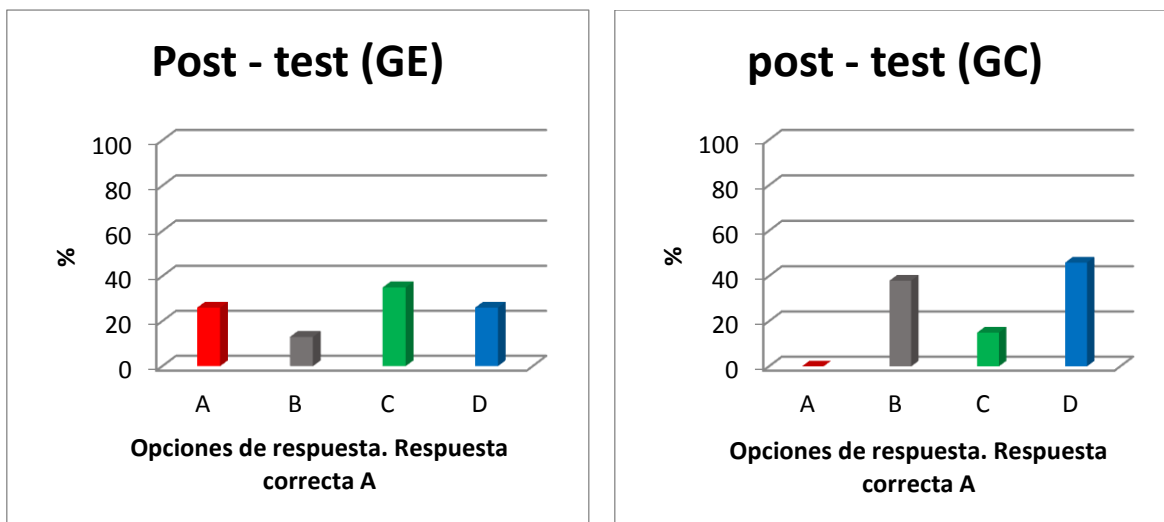
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 4% de los estudiantes seleccionaron la opción A, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 50% de los estudiantes marcaron la opción B donde se observa que los estudiantes confunden que a mayor peso atómico la cantidad de átomos va también a ser mayor, otro 35% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que a mayor número de átomos el elemento de bajo peso atómico va también a ser mayor, y por último el 11% de los estudiantes seleccionaron la opción D, donde se observa que los estudiantes aún no saben determinar la cantidad de átomos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 0% marcando la opción A.

Según los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°12 se puede determinar que la cantidad de estudiantes que presentan mayor comprensión del concepto de cantidad de sustancia es igual.

Una vez obtenido y comparando los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°12 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 22%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 4%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de cantidad de sustancia después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 26%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 24 y 25.



Gráfica 24. Pregunta N°12. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de cantidad de sustancia.



Gráfica 25. Pregunta N°12. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de cantidad de sustancia.

La Pregunta N° 13 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la pregunta propone una gráfica de sustancias químicas y una tabla de valores de masa, en la pregunta se permite identificar a partir de la gráfica cuáles son los reactivos y los productos.

Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

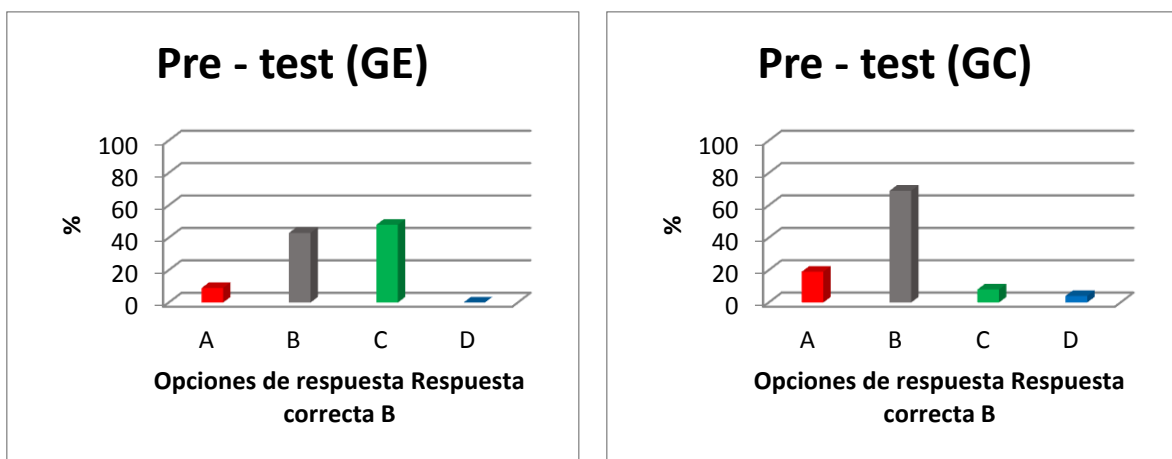
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 43% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 48% de los estudiantes marcaron la opción C donde se observa que los estudiantes confunden que una reacción química está constituida de mezclas entre elementos y no saben identificar cuáles son los reactivos y/o productos, otro 9% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes saben identificar que una reacción química está constituida por elementos y compuestos pero no saben identificar cuáles son los reactivos y los productos, y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción D. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 56% marcando la opción B.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 69% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 8% de los estudiantes marcaron la opción C donde se observa que los estudiantes confunden que una reacción química está constituida de mezclas entre elementos y no saben identificar cuáles son los reactivos y/o productos, otro 19% de los estudiantes optaron por la opción A, donde se determina que los estudiantes saben identificar que una reacción química está constituida por elementos y compuestos pero no saben identificar cuáles son los reactivos y los productos, y por último un 4% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes asocian el concepto de reacción química y ecuación química con una disolución, pero no saben identificar los reactivos de los productos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 38% marcando la opción B.

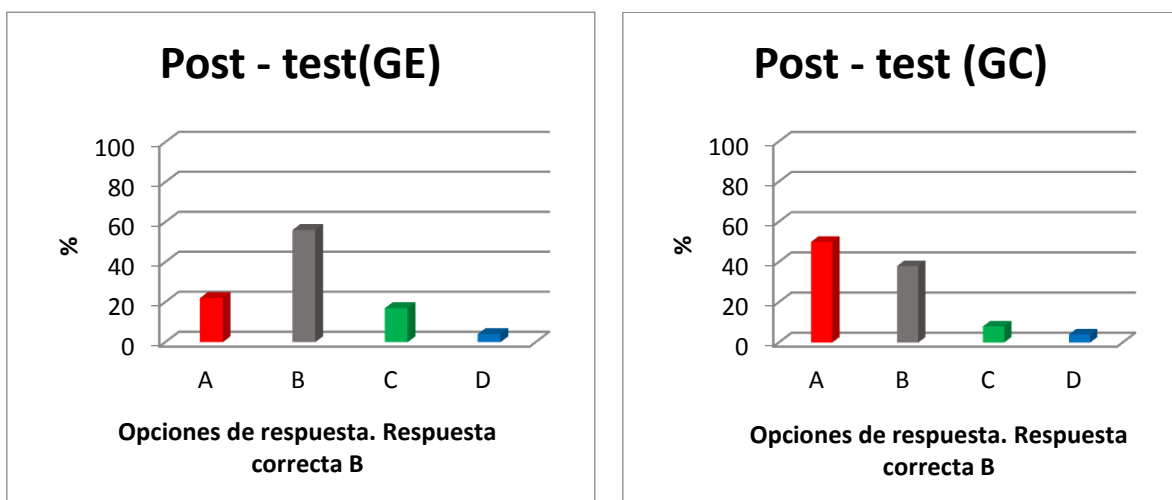
Los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°13 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción y ecuación química es de un 26%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto.

Por otra parte los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°13 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 13%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 31%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción y ecuación química después de haberse aplicado

la estrategia didáctica es del 18%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 26 y 27.



Gráfica 26. Pregunta N°13. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 27. Pregunta N°13. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de reacción y ecuación química.

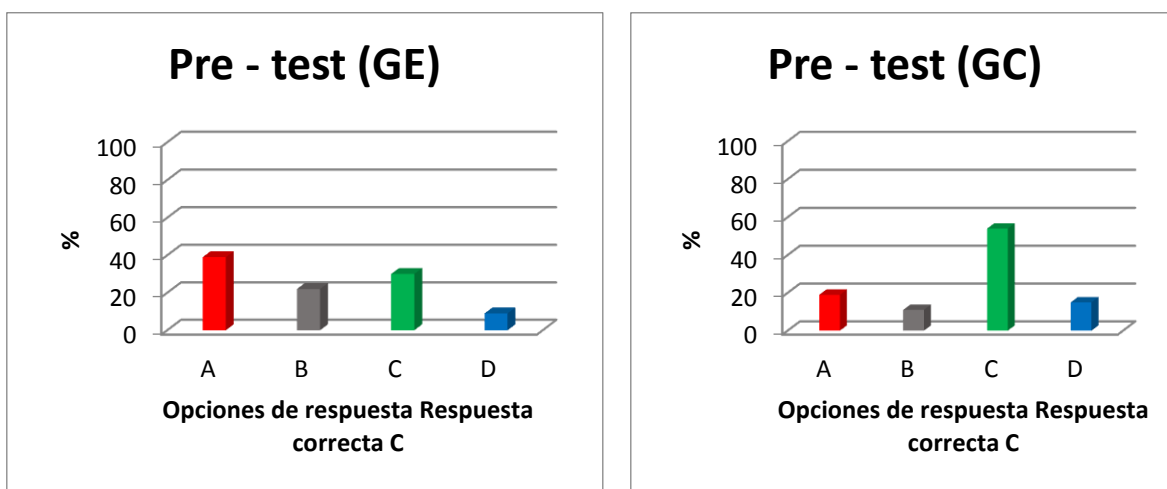
La Pregunta N° 14 está relacionada con el concepto de conservación de masa, la pregunta requiere interpretar la gráfica de sustancias químicas que están implicadas en una reacción química y así comprobar la definición de conservación de masa. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 30% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 39% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química la masa de los reactivos siempre va hacer mayor que la de los productos, otro 22% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que en una reacción química la masa de los reactivos es menor a la masa de los productos, y por último el 9% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que cuando los pesos atómicos son pequeños de los elementos que actúan como reactivos, entonces la masa de los productos es más pequeña que la de los reactivos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 43% marcando la opción C.

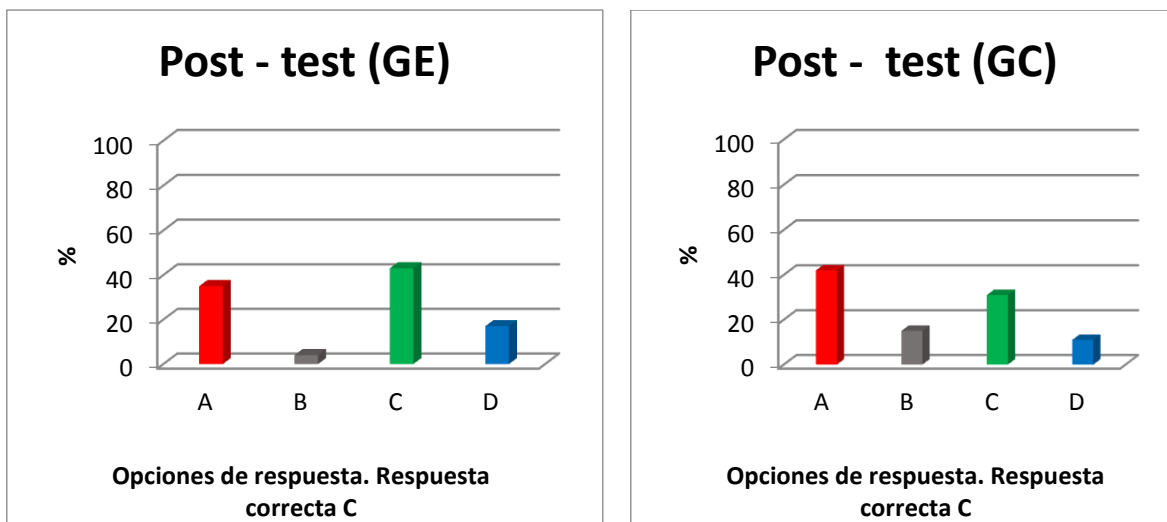
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 54% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 19% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química la masa de los reactivos siempre va hacer mayor que la de los productos, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que en una reacción química la masa de los reactivos es menor a la masa de los productos, y por último el 15% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que cuando los pesos atómicos son pequeños de los elementos que actúan como reactivos, entonces la masa de los productos es más pequeña que la de los reactivos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 31% marcando la opción C.

Para los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°14 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa es de un 24%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto.

Continuando con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°14 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 13%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 23%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 12%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 28 y 29.



Gráfica 28. Pregunta N°14. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de conservación de masa.



Gráfica 29. Pregunta N°14. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de conservación de masa.

La Pregunta N° 15 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la pregunta requiere representar la situación de la pregunta 14, pero a través de la ecuación química y su respectivo balanceo. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 13% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 22% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en escribir la reacción química pero saben utilizar el concepto de balanceo, otro 39% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes no saben escribir la reacción química y además no saben balancearla, y por último el 26% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes si saben escribir la reacción química, pero no saben aplicar el concepto de balanceo. En el cuestionario post – test,

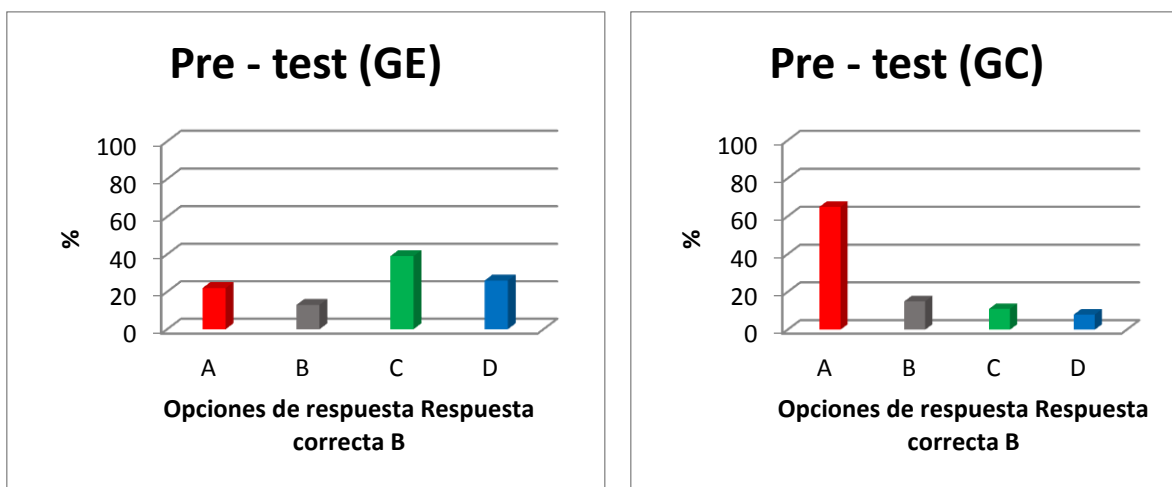
después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 82% marcando la opción B.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que solo un 15% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 65% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en escribir la reacción química pero saben utilizar el concepto de balanceo, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes no saben escribir la reacción química y además no saben balancearla, y por último el 8% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes si saben escribir la reacción química, pero no saben aplicar el concepto de balanceo. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 11% marcando la opción B.

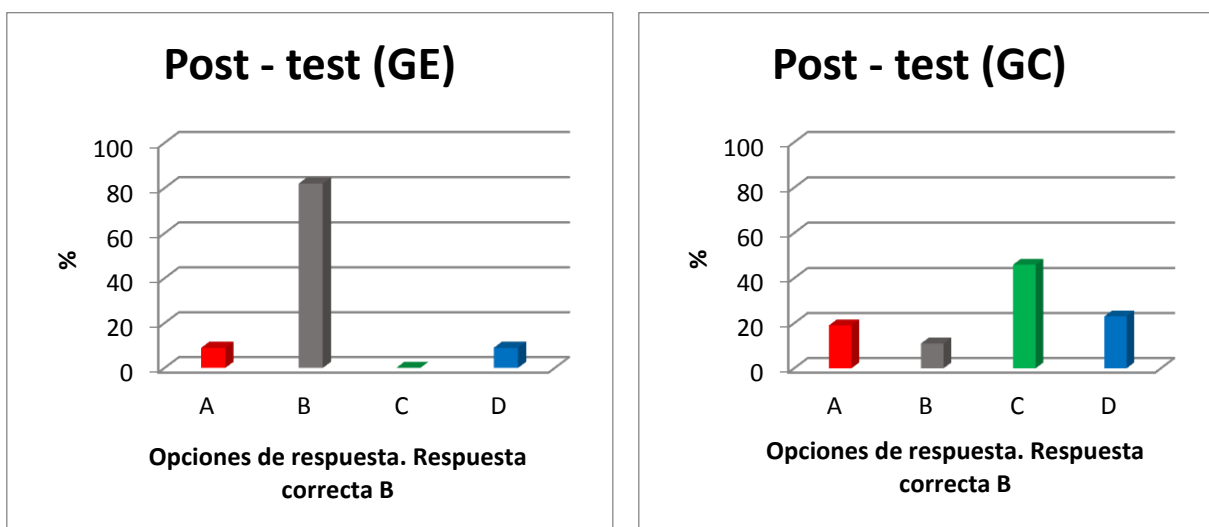
Los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°15 indican que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa es de un 2%, obteniendo que los estudiantes del (GC) adquieren una mejor comprensión del concepto.

Los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°15 muestran que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 69%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 0%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción y ecuación química, después de haberse aplicado la

estrategia didáctica es del 71%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 30 y 31.



Gráfica 30. Pregunta N°15. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 31. Pregunta N°15. Porcentajes de respuestas post - test. Concepto de reacción y ecuación química.

La Pregunta N° 16 está relacionada con el concepto aspectos analíticos de sustancias, la cual propone una reacción química y adicionalmente una tabla de valores sobre masas molares de los elementos químicos y los compuestos que están implicados en la reacción química, esta

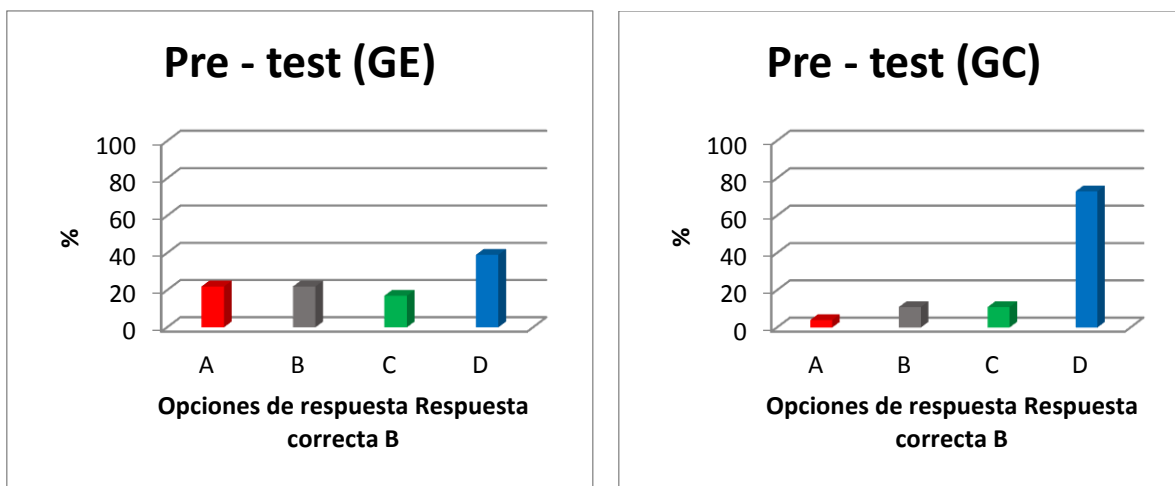
pregunta pide calcular el número de gramos de un reactivo a partir de una cierta cantidad de producto. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 22% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 22% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden el factor de conversión con el valor del peso molecular del compuesto, otro 17% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que el factor de conversión es igual al peso atómico de un reactivo, y por último el 39% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden el factor de conversión con la cantidad de moles de un reactivo. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 78% marcando la opción B.

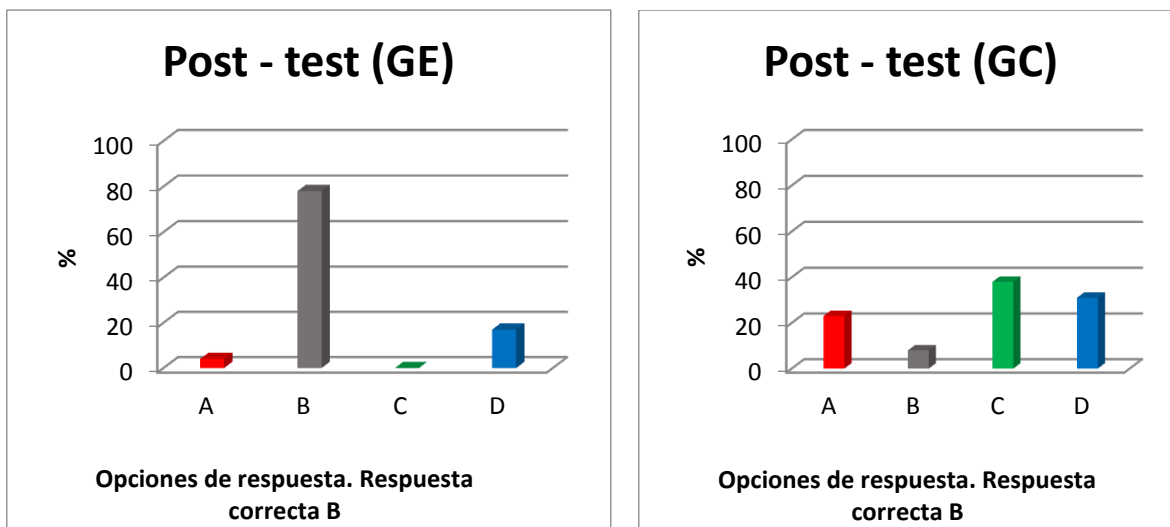
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 11% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 4% de los estudiantes marcaron la opción A, donde se observa que los estudiantes confunden el factor de conversión con el valor del peso molecular del compuesto, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que el factor de conversión es igual al peso atómico de un reactivo, y por último el 73% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden el factor de conversión con la relación de moles de un reactivo. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 8% marcando la opción B.

Con relación a los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) de la pregunta N°16 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto aspectos analíticos de sustancias, es de un 11%, obteniendo que los estudiantes del (GE) presentan una mejor comprensión del concepto.

Respecto a los resultados del post – test en el (GE) y (GC) de la pregunta N°16 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 65%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 3%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de aspectos analíticos de sustancias, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 70%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 32 y 33.



Gráfica 32. Pregunta N°16. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto sobre aspectos analíticos de sustancias.



Gráfica 33. Pregunta N°16. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto sobre aspectos analíticos de sustancias.

Pregunta N° 17 está relacionada con el concepto de conservación de masa, la cual propone la reacción química de la pregunta 16, esta pregunta pide comprobar el concepto de conservación de la masa. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 22% de los estudiantes seleccionaron la opción A, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 22% de los estudiantes marcaron la opción B, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de moles de los reactivos siempre va hacer igual al número de moles de los productos, otro 13% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de moléculas aumentó en los productos que en los reactivos, y por último el 43% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de átomos de cada elemento aumenta progresivamente tanto en

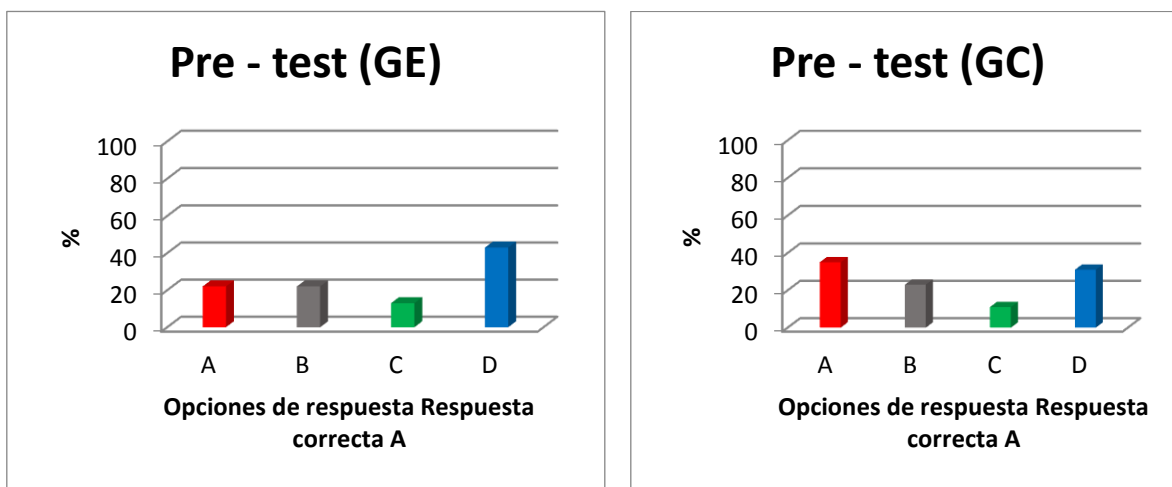
los reactivos como en los productos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 61% marcando la opción A.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 35% de los estudiantes seleccionaron la opción A la cual coincide con la respuesta correcta, otro 23% de los estudiantes marcaron la opción B, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de moles de los reactivos siempre va hacer igual al número de moles de los productos, otro 11% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de moléculas aumentó en los productos que en los reactivos, y por último el 31% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que en una reacción química el número de átomos de cada elemento aumenta progresivamente tanto en los reactivos como en los productos. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 27% marcando la opción A.

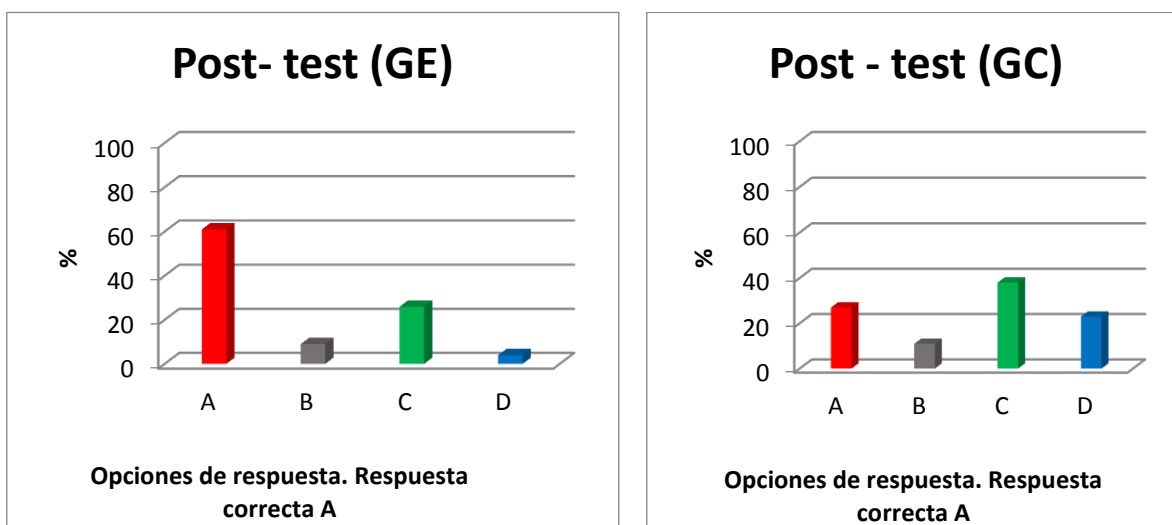
Para los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°17 se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de conservación de masa, es de un 13%, obteniendo que los estudiantes del (GC) adquieren una mejor comprensión del concepto.

Por otra parte haciendo su respectiva comparación entre los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°17 se puede determinar que el incremento de

porcentaje de acierto en el (GE) es del 39%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 8%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto conservación de masa, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 34%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 34 y 35.



Gráfica 34. Pregunta N°17. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto conservación de masa.



Gráfica 35. Pregunta N°17. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto conservación de masa.

La Pregunta N° 18 está relacionada con el concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias, la pregunta se refiere a un gráfico que propone un montaje experimental. Con la gráfica se le pidió al estudiante que identifique según el montaje adecuado la reacción de descomposición. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

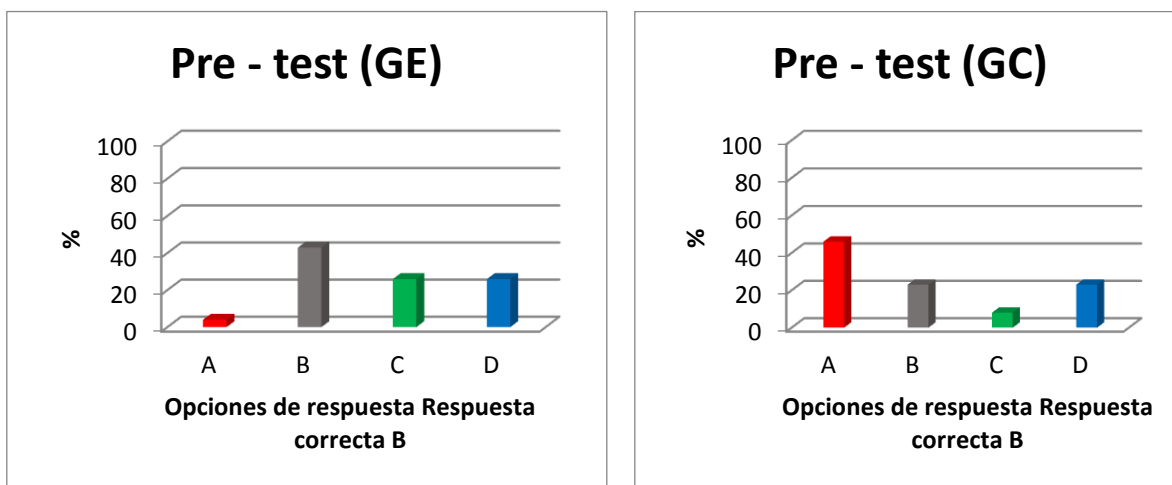
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 43% de los estudiantes seleccionaron la opción B, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 4% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar el montaje y el tipo de reacción que se produce, otro 26% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes no saben determinar cuáles son los reactivos y los productos en una reacción química, y por último el 26% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes no saben identificar la reacción de descomposición y el montaje indicado. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 56% marcando la opción B.

GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que el 23% de los estudiantes seleccionaron la opción B la cual coincide con la respuesta correcta, otro 46% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en determinar el montaje y el tipo de reacción que se produce, otro 8% de los estudiantes optaron por la opción C, donde se determina que los estudiantes no saben determinar cuáles son los reactivos y los productos en una reacción química, y por último el 23% de los estudiantes respondieron la opción D, donde se determina que los estudiantes no saben identificar la reacción de descomposición y el montaje indicado. En el cuestionario post – test,

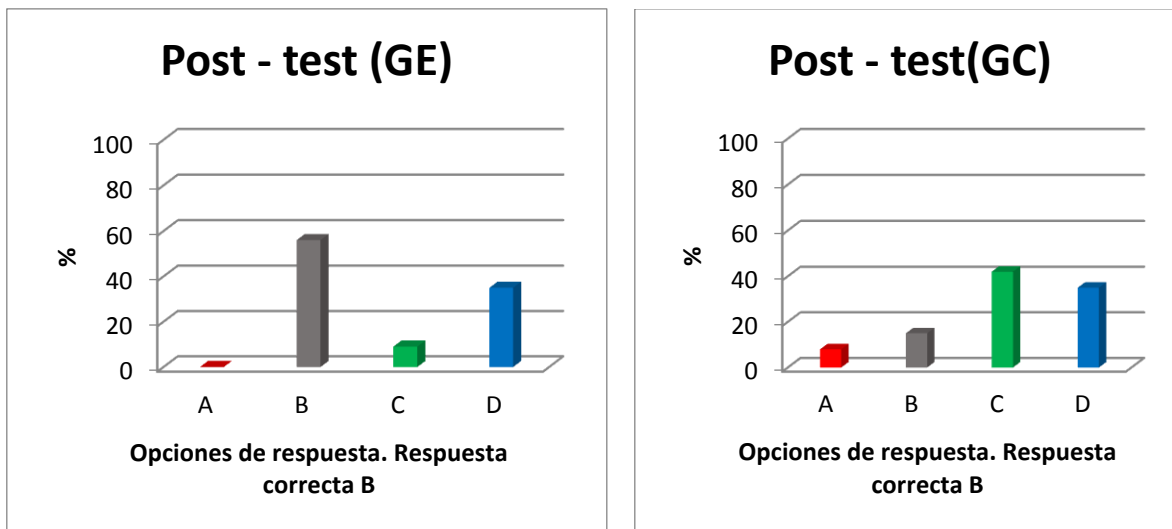
después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 15% marcando la opción B.

A partir de los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°18, se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias es de un 20%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

De acuerdo con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) según la pregunta N°18 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 13%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 8%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 41%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 36 y 37.



Gráfica 36. Pregunta N°18. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto aspectos fisicoquímicos de sustancias.



Gráfica 37. Pregunta N°18. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto aspectos fisicoquímicos de sustancias.

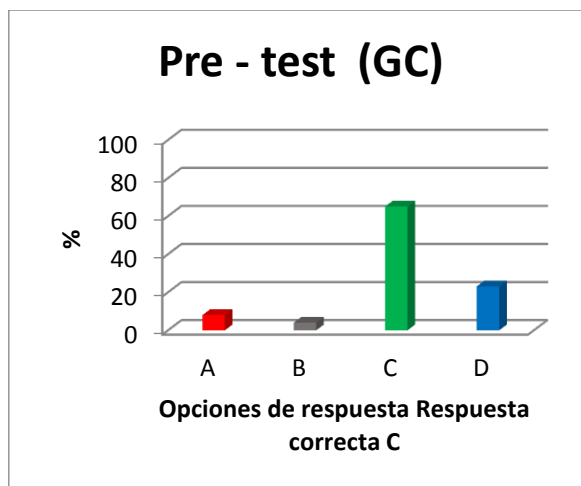
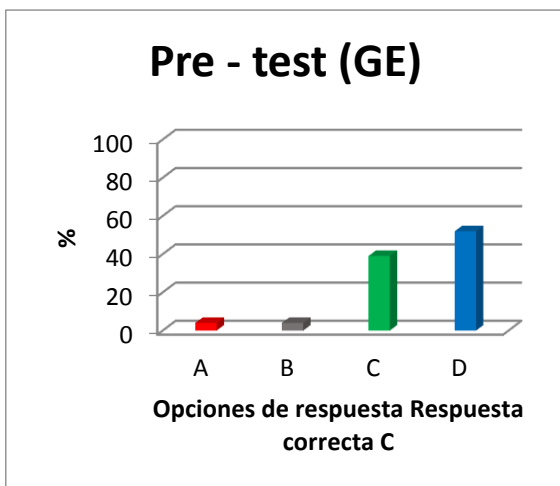
La Pregunta N° 19, está relacionada con el concepto de cantidad de sustancia, la pregunta propone encontrar el número de átomos a partir de cantidades específicas de un compuesto, Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 39% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 4% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes confunden que en una sola molécula del compuesto la cantidad de átomos es mayor, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que en una mol del compuesto el número de átomos es mayor, y por último el 52% de los estudiantes seleccionaron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que en una muestra tan pequeña la cantidad de átomos es mayor. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 43% marcando la opción C.

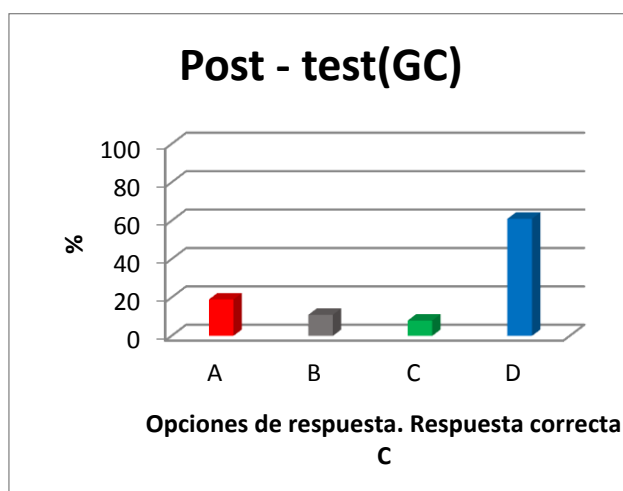
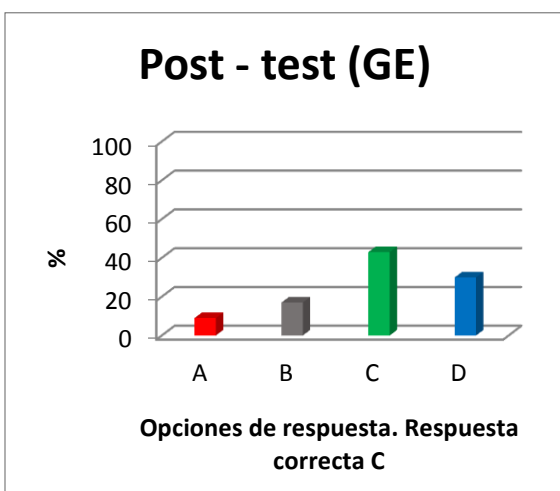
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 65% de los estudiantes seleccionaron la opción C, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 8% de los estudiantes marcaron la opción A donde se observa que los estudiantes confunden que en una sola molécula del compuesto la cantidad de átomos es mayor, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes confunden que en una mol del compuesto el número de átomos es mayor, y por último el 23% de los estudiantes seleccionaron la opción D, donde se observa que los estudiantes confunden que en una muestra tan pequeña la cantidad de átomos es mayor. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 8% marcando la opción C.

En los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto la pregunta N°19, se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto cantidad de sustancia, es de un 26%, obteniendo que los estudiantes del (GC) tienen una mejor comprensión del concepto.

Con los resultados del post – test en el (GE) y (GC) según la pregunta N°19 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 4%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 57%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto cantidad de sustancia, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 35%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 38 y 39.



Gráfica 38. Pregunta N°19. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto cantidad de sustancia.



Gráfica 39. Pregunta N°19. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto cantidad de sustancia.

La Pregunta N° 20 está relacionada con el concepto de reacción y ecuación química, la pregunta propone un fenómeno biológico basada en la alimentación y que el estudiante determine a partir de una explicación la obtención de energía. Los resultados que se obtuvieron en el (GE) y (GC) fueron los siguientes:

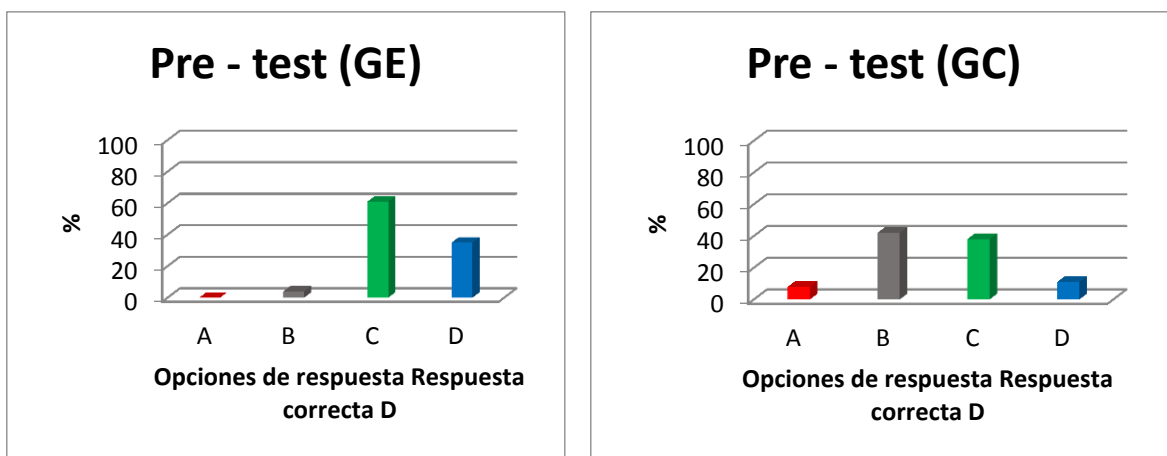
GE: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 35% de los estudiantes seleccionaron la opción D, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 61% de

los estudiantes marcaron la opción C, donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en comprender que los procesos biológicos no tienen relación con las reacciones químicas, otro 4% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes tienen dificultades cuando responden que el aumento de masa genera calor y por último el 0% de los estudiantes no marcaron la opción A. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la unidad didáctica, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 48% marcando la opción D.

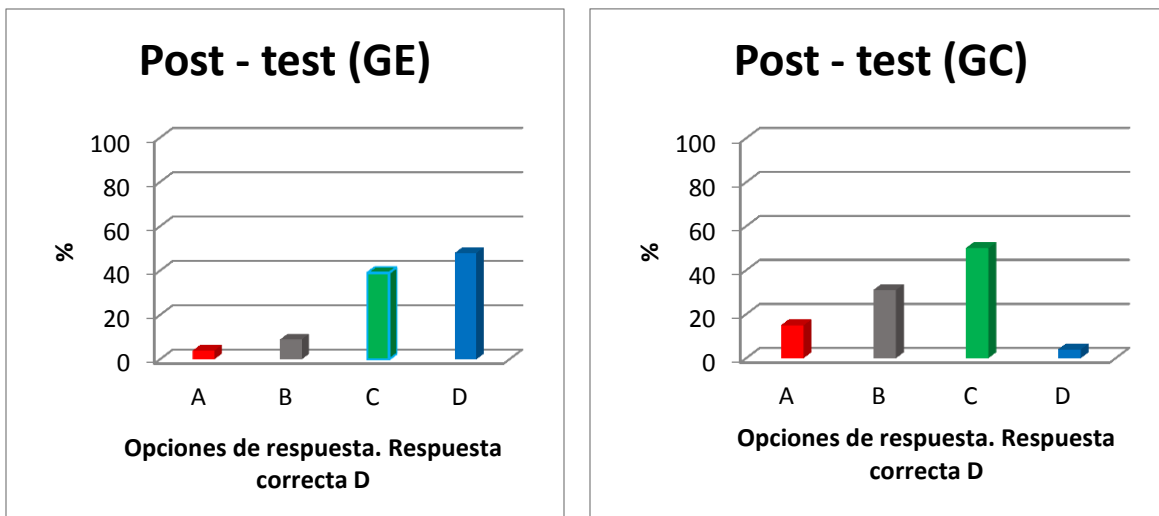
GC: los resultados del pre-test en los estudiantes de este grupo mostraron que un 11% de los estudiantes seleccionaron la opción D, la cual coincide con la respuesta correcta, otro 38% de los estudiantes marcaron la opción C, donde se observa que los estudiantes tienen dificultades en comprender que los procesos biológicos no tienen relación con las reacciones químicas, otro 42% de los estudiantes optaron por la opción B, donde se determina que los estudiantes tienen dificultades cuando responden que el aumento de masa genera calor y por último el 8% de los estudiantes no respondieron la opción A, donde se identifica que los estudiantes asocian fenómenos biológicos con moléculas que forman el alimento y que a partir de ellas se generan energía. En el cuestionario post – test, después de haberse aplicado la metodología tradicional, se puede determinar que el porcentaje de acierto es del 4% marcando la opción D.

Haciendo su respectiva comparación entre los resultados del pre – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°20, se puede determinar que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción y ecuación química, es de un 24%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto.

Finalmente haciendo su respectiva comparación entre los resultados del post – test en el (GE) y (GC) con respecto a la pregunta N°20 se puede determinar que el incremento de porcentaje de acierto en el (GE) es del 13%, donde también se puede establecer que hubo una disminución de porcentaje de acierto en el (GC) del 7%, lo cual determina que la diferencia que hay entre los estudiantes que presentan una mayor comprensión del concepto de reacción y ecuación química, después de haberse aplicado la estrategia didáctica es del 44%, obteniendo que los estudiantes del (GE) tienen una mejor comprensión del concepto. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 40 y 41.



Gráfica 40. Pregunta N°20. Porcentajes de respuestas pre-test. Concepto de reacción y ecuación química.



Gráfica 41. Pregunta N°20. Porcentajes de respuestas post-test. Concepto de reacción y ecuación química.

En la siguiente tabla se muestra de forma resumida la comparación entre los porcentajes de acierto para cada pregunta en la aplicación del pre – test y el post – test.

Pregunta	Opción correcta	Cuestionario pre - test				Cuestionario post – test uno			
		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control	
		N° de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)	N° de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)	N° de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)	N° de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)
1	C	9	39	5	19	13	56	4	15
2	C	18	78	18	69	19	82	15	58
3	C	17	74	4	15	19	82	2	8
4	C	1	4	1	4	12	52	0	0
5	B	14	61	22	85	21	91	18	69
6	C	14	61	17	65	18	78	3	11
7	C	4	17	5	19	20	87	4	15
8	D	15	65	12	46	18	78	5	19
9	B	9	39	1	4	13	56	0	0
10	B	1	4	1	4	7	30	0	0
11	B	20	87	9	35	21	91	4	15
12	A	1	4	1	4	6	26	0	0
13	B	10	43	18	69	13	56	10	38
14	C	7	30	14	54	10	43	8	31
15	B	3	13	4	15	19	82	3	11
16	B	5	22	3	11	18	78	2	8
17	A	5	22	9	35	14	61	7	27
18	B	10	43	6	23	13	56	4	15
19	C	9	39	17	65	10	43	2	8
20	D	8	35	3	11	11	48	1	4
<b>Total estudiantes evaluados</b>					<b>Grupo Experimental (GE)</b>		<b>Grupo Control (GC)</b>		
					23		26		

Tabla 2. Porcentajes de acierto por pregunta entre el pre – test y post – test aplicados en el grupo experimental y grupo control.

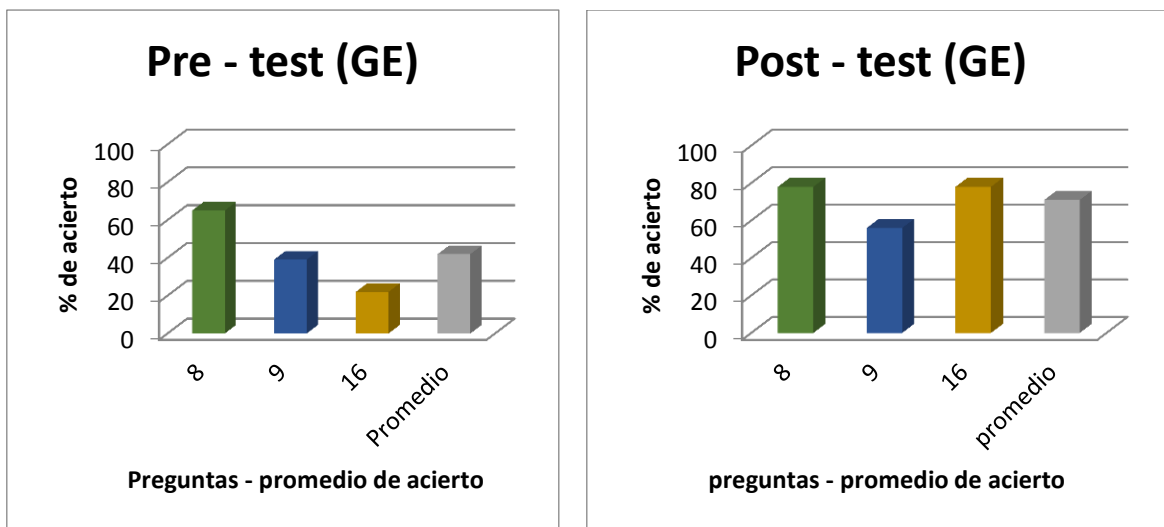
## **6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CATEGORIAS DE PREGUNTAS DEL INSTRUMENTO PRE – TEST Y POST – TEST UNO APLICADAS EN EL GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL PARA EL TEMA DE ESTEQUIOMETRIA.**

### **6.2.1 Categoría de preguntas sobre aspectos analíticos de sustancias.**

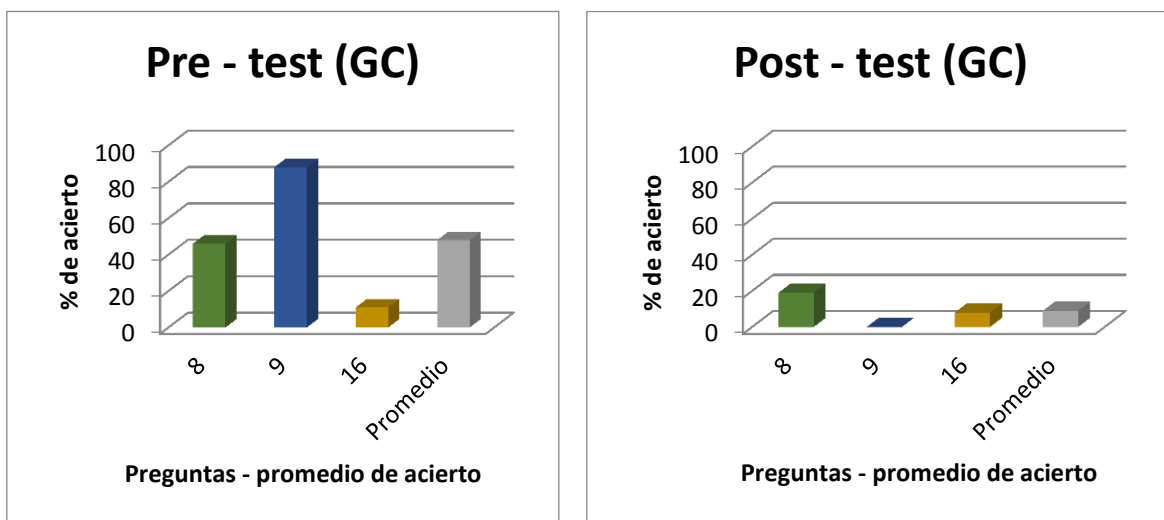
A este conjunto de preguntas pertenecen la número 8, 9 y 16, las cuales están relacionadas con el concepto de aspectos analíticos de sustancias, que a su vez permiten identificar cómo está constituida una fórmula molecular, el respectivo cálculo de la masa molecular y una reacción química junto a una tabla de valores sobre masas molares pidiendo calcular el número de gramos de un reactivo a partir de una cierta cantidad de producto. Para el grupo experimental en el cuestionario pre-test en un promedio del 42% de los estudiantes muestran la facilidad de entender el concepto, lo que permite aplicar de forma más clara los respectivos cálculos de masa molecular aplicados en fórmulas moleculares y por su puesto las relaciones de masas en una reacción química. Para este mismo grupo después de haberse aplicado la estrategia didáctica y según los resultados obtenidos del cuestionario post – test se puede observar que se da un incremento de acierto en promedio del 71% en el manejo del concepto según como lo indica la gráfica 42.

En el grupo control se determina que para el pre – test el 48% en promedio de los estudiantes adquieren la facilidad de comprender el concepto sobre el manejo de cálculos de la masa molecular en fórmulas moleculares y relaciones de masas en una reacción química. En este mismo grupo después de haberse aplicado la metodología tradicional y los resultados del post

– test se puede determinar que el porcentaje de los estudiantes en el manejo de este concepto disminuye el promedio de acierto en un 9%, como lo indica la gráfica 43.



Gráfica 42. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.



Gráfica 43. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto de aspectos analíticos de sustancias.

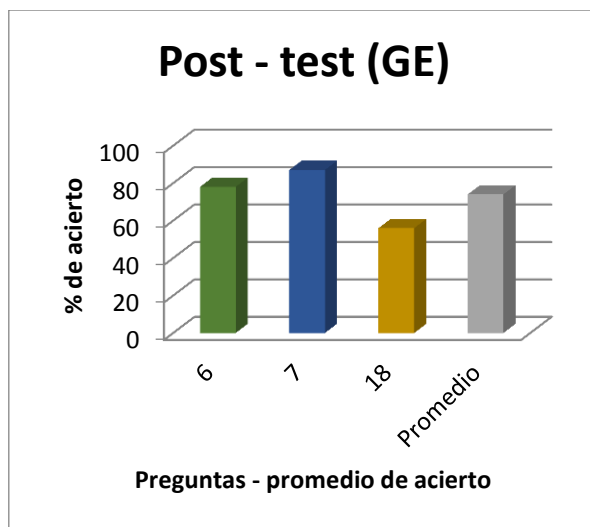
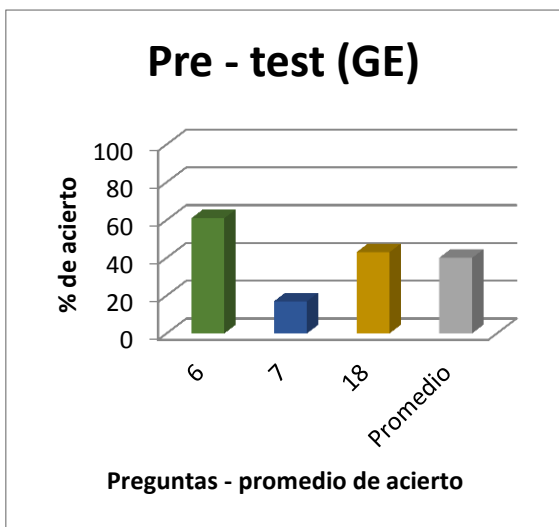
### 6.2.2 Categoría de preguntas sobre aspectos fisicoquímicos de sustancias.

A este bloque de preguntas corresponden la número 6, 7 y 18, las cuales involucran el concepto de aspectos fisicoquímicos de sustancias basándose en un gráfico como método para la obtención del hidrógeno a partir de una reacción de un elemento metálico con el agua, también permite identificar a través de una gráfica si las partículas propuestas en la gráfica se

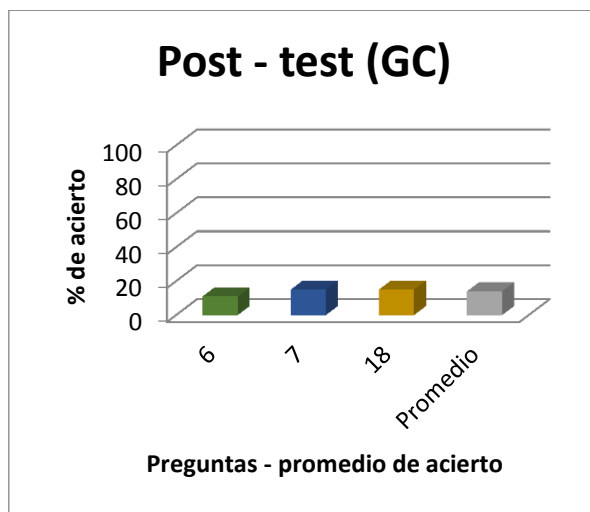
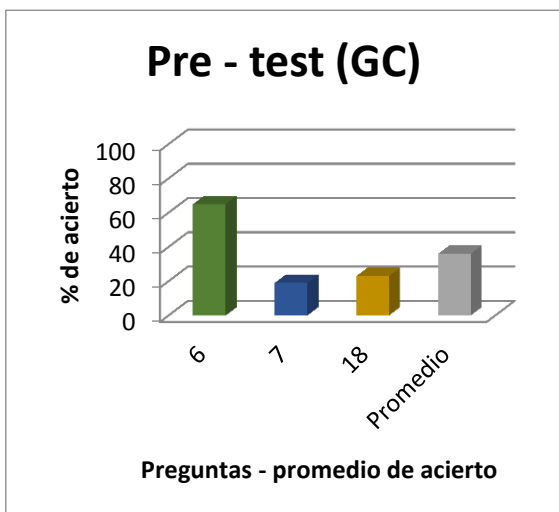
refieren a un átomo, un elemento, un compuesto o una mezcla y por último a través de una gráfica la identificación de un montaje adecuado para la reacción de descomposición.

En el grupo experimental según los resultados del pre – test muestra un promedio del 40% de los estudiantes que saben leer gráficas y a partir de ellas proponer fenómenos fisicoquímicos. Después de haber aplicado la estrategia didáctica y con los resultados obtenidos en el post - test se observa un incremento del 74% en promedio de acierto en los estudiantes que saben leer e interpretar gráficas para proponer fenómenos y manejar el concepto. Los resultados se describen en la gráfica 44.

Para el grupo control se identifica que en el cuestionario pre – test el 36% de los estudiantes en promedio leen gráficas y proponen fenómenos fisicoquímicos. Posteriormente aplicado la metodología tradicional y con los resultados obtenidos del post – test el promedio de acierto en la lectura e interpretación de gráficas y manejo del concepto disminuyó en promedio de acierto a un 14%, según como lo muestra la gráfica 45.



Gráfica 44. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto aspectos fisicoquímicos de sustancias.



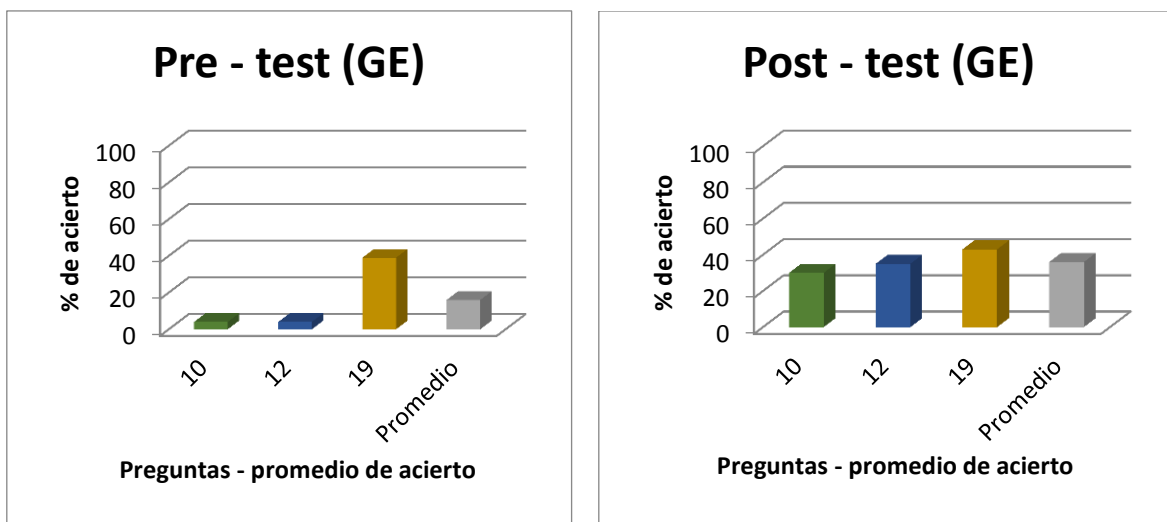
Gráfica 45. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto aspectos fisicoquímicos de sustancias.

### 6.2.3 Categoría de preguntas sobre cantidad de sustancia.

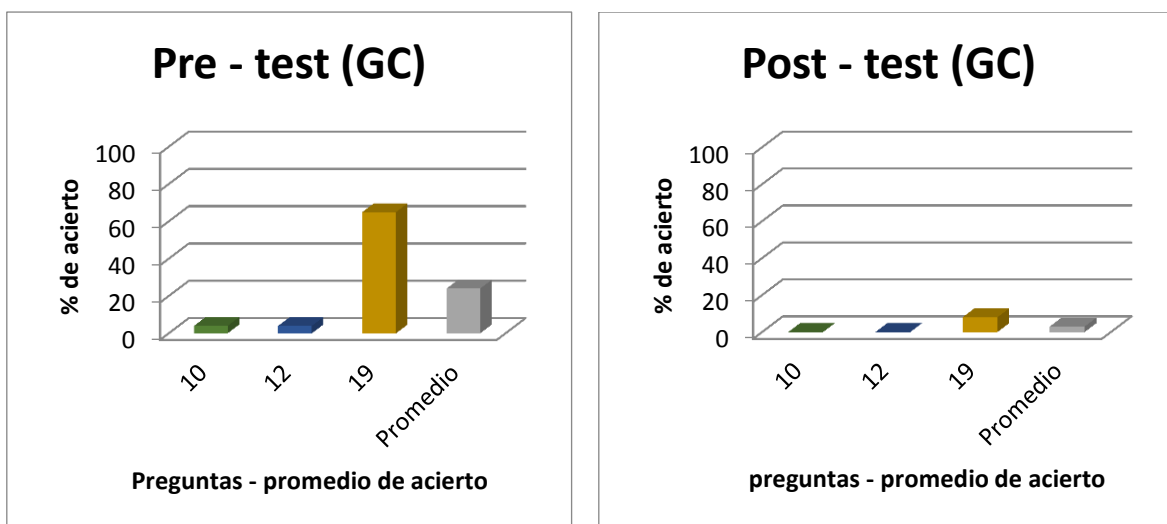
A este grupo de preguntas pertenecen la número 10, 12 y 19, estas preguntas están relacionadas con el concepto de cantidad de sustancia, determinando en ellas la apropiación del concepto de mol, de igual manera determinar la cantidad de sustancia pero en relación de átomos y finalmente el número de átomos a partir de cantidades específicas de un compuesto. Los resultados que se obtuvieron en promedio de acierto en el cuestionario pre – test para el

grupo experimental fueron del 16% de los estudiantes que definen y aplican el término mol para una cantidad de sustancia específica. Seguidamente terminada la implementación de la estrategia didáctica y los resultados obtenidos en el post – test se observa un aumento del promedio de acierto en los estudiantes de este grupo del 36%, determinando que tienen claridad en el concepto de cantidad de sustancia. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 46.

Por otra parte los resultados del pre – test en el grupo control arrojaron que el 24% de acierto en promedio definen y aplican el término mol. Aplicando la metodología tradicional los resultados obtenidos en el post – test determinaron que hubo una disminución en el promedio de acierto a un 3% entre los estudiantes que tienen claridad en el concepto de cantidad de sustancia. Los resultados se indican en la gráfica 47.



Gráfica 46. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto cantidad de sustancia.



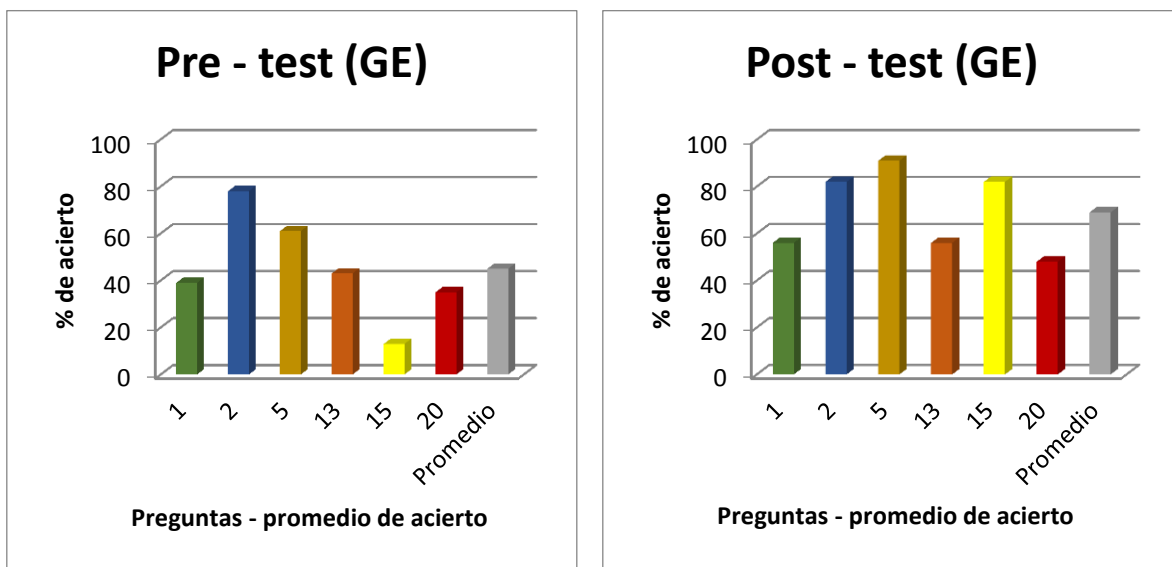
Gráfica 47. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto cantidad de sustancia.

#### 6.2.4 Categoría de preguntas sobre reacción y ecuación química.

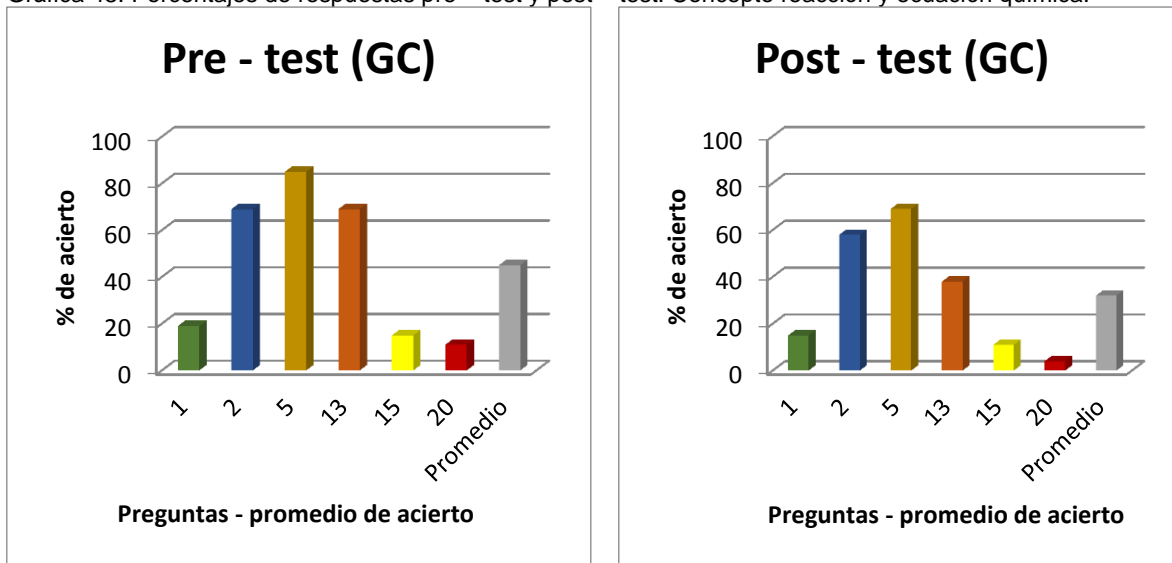
Las preguntas que pertenecen a esta categoría son la 1, 2, 5, 13, 15 y 20, y corresponden a la definición de lo que es una reacción y ecuación química, como también el respectivo balanceo en reacciones específicas teniendo presente cuales son las sustancias que actúan como reactivos y productos y finalmente identificar la obtención de energía de un fenómeno biológico a través de las reacciones químicas. Los resultados que se obtuvieron en el pre – test indican que el promedio de acierto es del 45% de los estudiantes del grupo experimental quienes tienen claridad de la definición del concepto de reacción y ecuación química. Al finalizar con la aplicación de la estrategia didáctica y los resultados obtenidos en el post – test se observa que se da un incremento del promedio de acierto del 69% de los estudiantes quienes terminan con la claridad del concepto. Los resultados se indican en la gráfica 48.

En el grupo control los resultados que se obtuvieron en el pre – test indican un promedio de acierto del 45% de los estudiantes que tienen apropiación con el concepto de reacción y

ecuación química. Después de terminar con la aplicación de la metodología tradicional y según el post – test se obtuvieron resultados en promedio que mermaron a un 32% de estudiantes que presentan claridad en el concepto. Los resultados se muestran en la gráfica 49.



Gráfica 48. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto reacción y ecuación química.

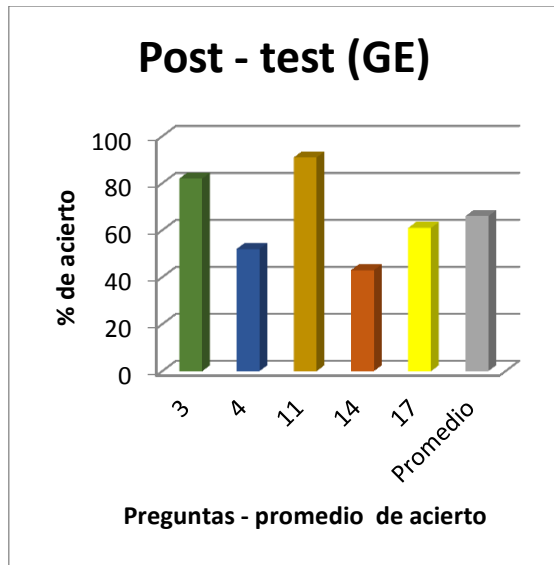
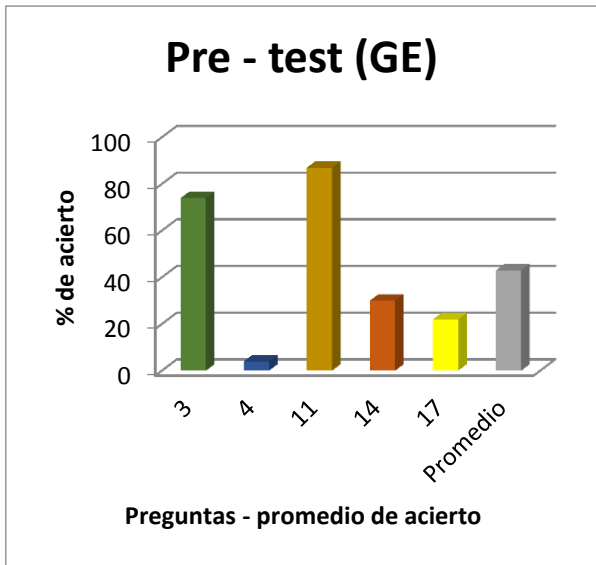


Gráfica 49. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto reacción y ecuación química.

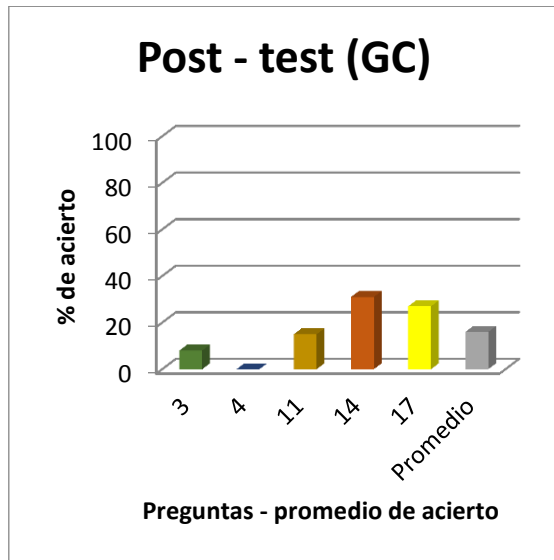
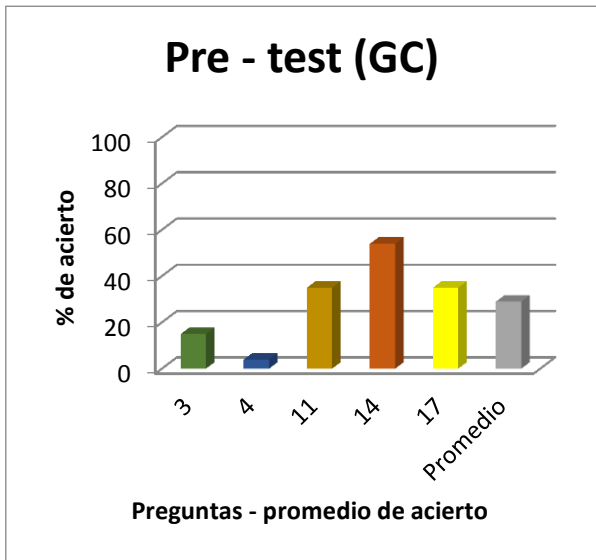
### **6.2.5 Categoría de preguntas sobre conservación de masa.**

Para esta última categoría corresponden las preguntas 3, 4, 11, 14 y 17, quienes se relacionan con el concepto de conservación de masa. Estas preguntas involucran la definición de conservación de masa en términos de átomos, mol y masa implicados en reacciones químicas. En el grupo experimental se determinó que los resultados de acierto en promedio para el cuestionario pre – test es del 43% para los estudiantes que tienen la facilidad de entender el concepto de conservación de la masa, después de la implementación de la estrategia didáctica se determinó que el promedio de acierto en el cuestionario post – test aumentó al 66% de estudiantes que finalizan con entender y aplicar de forma adecuada el concepto. Los resultados se indican en la gráfica 50.

Para finalizar se puede establecer que en el grupo control se obtuvieron resultados en promedio del cuestionario pre - test de un 29% de aceptación en estudiantes que definen el concepto de conservación de masa, mientras que después de haberse aplicado la metodología tradicional y el post – test, el promedio de acierto disminuye a un 16% en estudiantes que terminan definiendo el concepto de manera adecuada como lo indica la gráfica 51.



Gráfica 50. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto conservación de masa.



Gráfica 51. Porcentajes de respuestas pre – test y post – test. Concepto conservación de masa.

En la siguiente tabla se muestra de forma resumida la comparación entre los porcentajes de acierto por categorías de preguntas en la aplicación del pre – test y el post – test.

Categorías de preguntas	Número de pregunta	Cuestionario Pre -test				Cuestionario Post - test			
		Grupo Experimental		Grupo Control		Grupo Experimental		Grupo Control	
		% estudiantes respuesta correcta.	% promedio de acierto	% estudiantes respuesta correcta.	% promedio de acierto	% estudiantes respuesta correcta.	% promedio de acierto	% estudiantes respuesta correcta.	% promedio de acierto
Aspectos analíticos de sustancias	8	65	42	46	48	78	71	19	9
	9	39		88		56		0	
	16	22		11		78		8	
Aspectos fisicoquímicos de sustancias	6	61	40	65	36	78	74	11	14
	7	17		19		87		15	
	18	43		23		56		15	
Cantidad de sustancia	10	4	16	4	24	30	36	0	3
	12	4		4		35		0	
	19	39		65		43		8	
Reacción y ecuación química	1	39	45	19	45	56	69	15	32
	2	78		69		82		58	
	5	61		85		91		69	
	13	43		69		56		38	
	15	13		15		82		11	
	20	35		11		48		4	
Conservación de masa	3	74	43	15	29	82	66	8	16
	4	4		4		52		0	
	11	87		35		91		15	
	14	30		54		43		31	
	17	22		35		61		27	

Tabla 3. Categorías de preguntas y Porcentajes en promedio de acierto entre el pre – test y post – test aplicados en el grupo experimental y grupo control.

### 6.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS SOBRE EL PROCESO DE APRENDIZAJE DEL TEMA DE ESTEQUIOMETRIA (POST – TEST DOS).

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el cuestionario evaluativo del tema de estequiometria, el cual contiene 5 preguntas (Ver anexo E). Cada una de las preguntas de la prueba aplicada al grupo experimental y grupo control hacía referencia al tema de estequiometria siendo el mismo cuestionario para los dos grupos. Con esta evaluación se analiza la comprensión del tema, además de permitir comparar el aprendizaje alcanzado entre el grupo experimental y grupo control. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Pregunta	Opción correcta	Cuestionario evaluativo sobre el proceso de aprendizaje del tema de estequiometria			
		Grupo Experimental		Grupo Control	
		Nº de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)	Nº de estudiantes respuesta correcta	Porcentaje (%)
1	C	23	100	13	50
2	A	23	100	12	46
3	B	17	74	9	35
4	A	19	83	3	11
5	A	15	65	2	8
<b>Total estudiantes evaluados</b>		<b>23</b>		<b>26</b>	

Tabla 4. Resultados sobre el aprendizaje del tema de estequiometria.

Para la pregunta 1, se observa que en el grupo experimental el 100% de los estudiantes tienen claro el concepto de porcentaje de rendimiento de reacción química, mientras que en el grupo control aproximadamente el 50% de los estudiantes tienen claridad del concepto. En la pregunta 2, el 100% de los estudiantes del grupo experimental son capaces de encontrar el reactivo límite en una determinada reacción química, para el grupo control en su mayoría no tienen claridad cómo encontrar el reactivo límite, tan solo el 46% de los estudiantes de este grupo plantean bien la definición de reactivo límite. Así mismo, cuando se pide hallar la masa de un determinado compuesto a partir de unas masas dadas de reactivos pregunta 3, el 74% de los estudiantes del grupo experimental respondieron correctamente que para hallar la masa, primero se debe encontrar el reactivo límite, comparando con el grupo control en donde solo el 35% de los estudiantes tienen claro el concepto. Al continuar la revisión de comprensión de conceptos, la pregunta 4 es muy similar a la pregunta 3, donde se observa que el 83% de los estudiantes del grupo experimental saben encontrar el reactivo límite y la masa de un producto a partir de valores numéricos, mientras que solo un 11% de los estudiantes del grupo control lo saben hacer. Para finalizar con la pregunta 5, se evidencia que el 65% de los estudiantes del grupo experimental comprenden el concepto de pureza y reactivo en exceso y lo saben aplicar de manera correcta en una determinada reacción química, sin embargo en el grupo control solo el 8% de los estudiantes tienen claridad de estos conceptos.

En forma general se observa que en un 84% de los estudiantes del grupo experimental comprenden el tema de estequiometría a diferencia del grupo control donde la comprensión del tema se evidencia en tan solo un 30%.

## 7. CONCLUSIONES

Después de aplicarse este trabajo de profundización: Diseño e implementación de una unidad didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la estequiometria, se establecen las siguientes conclusiones:

La aplicación de la unidad didáctica sobre estequiometria es una estrategia que mejora el proceso de enseñanza - aprendizaje en los estudiantes; porque los resultados que se obtuvieron en el proceso de la evaluación final, mostró un porcentaje de incremento en la apropiación del concepto.

La identificación de las ideas previas, le permite al docente determinar los obstáculos de aprendizaje que presentan los estudiantes, punto de partida para diseñar las actividades de la unidad didáctica que permitan un cambio en el concepto desde un conocer cotidiano a un conocer científico.

El diseño de actividades siguiendo el modelo de escuela activa urbana, les permitió a los estudiantes un trabajo más cooperativo porque se vuelven más activos, participativos y se motivan para alcanzar un aprendizaje significativo de la estequiometria.

La aplicación de las actividades de la unidad didáctica basadas en las TIC motivaron a los estudiantes haciendo más fácil el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estequiometria.

## **8. RECOMENDACIONES**

Este trabajo de profundización indicó que la implementación de la unidad didáctica es efectiva en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de grado once, por lo que se recomienda que sea utilizada constantemente en todas las instituciones educativas para que haya buenos resultados en el aprendizaje de esta temática.

Implementar diferentes estrategias de enseñanza - aprendizaje no solo para la estequiometría sino también para otros temas de química, con el fin de despertar el interés por aprender en estudiantes de diferentes instituciones educativas.

Es importante resaltar que cuando se diseñan actividades interactivas, el docente debe tener claro cuáles son los objetivos para orientar el aprendizaje, con el fin de implementar estrategias novedosas que despierten motivación en el estudiante para la búsqueda del conocimiento.

El docente es responsable en diseñar estrategias que mejoren las prácticas pedagógicas, determinando que existen otras formas de enseñar y aprender.

## REFERENCIAS

- Álvarez, O. (2013). *Las unidades didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, educación ambiental y pensamiento lógico matemático*. Itinerario educativo, volumen (62), 115 – 135. Recuperado de [file:///C:/Users/usuario8/Downloads/473-1466-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario8/Downloads/473-1466-1-PB%20(1).pdf)
- Arellano, M. & Lazo, L. (2005). Evaluación diagnóstica aplicada a estudiantes de primer año de la educación superior. *Revista chilena de educación científica*, Volumen (1), 24 – 30.
- Astolfi, J. P. (2001). Nivel de formulación. *Conceptos clave en la didáctica de la disciplina*. (pp. 225 – 226). España: Diada Editora S.L.
- Ausubel, D. (1986). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Azcona, R. (1997). *Origen y evolución de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol*. Implicaciones en la enseñanza de la química. Aspectos Didácticos de Física y Química, 7. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Bello, S. (Septiembre, 2003). Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la química. En S. Valdez (Presidencia), *Taller T- 20*. Simposio llevado a cabo en las III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina.
- Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situación de cognición y la cultura del aprendizaje. *Educational Researcher*, volumen (18), 32 – 42.
- Caicedo, M & Villareal, M. (2008). *Uso de las tics en el aprendizaje significativo en el principio de Le Chatelier en el equilibrio químico ácido básico*, IIEC, volumen (2), 69 – 78, Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia).

Calatayud, M., Gil, D. & Gimeno, J. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, volumen (14), 71 – 81.

Campanario, J. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, volumen (17), 179 – 172.

Carrascosa, J. & Gil, D. (1985). La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, volumen (3), 113 – 120.

Chi, M & Glaser, R. (1986). Capacidad de resolución de problemas. En R. Sternberg. (Ed), *Las capacidades humanas. Un enfoque desde el procesamiento de la información* (pp. 303 – 324). Barcelona: Labor.

Clark, C. & Peterson, P. (1990). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. Wittrock. (Ed), *La investigación de la enseñanza, profesores y alumnos* (pp. 444 – 531). Madrid: Paidós – MEC.

Dierks, W. (1981). Dificultades de los estudiantes con la estequiometría. En V. Kind. (Ed), *Más allá de las apariencias, ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química* (pp. 97 – 106). México: Editorial Santillana.

Fernández, J., y Moreno, J. (2008). La Química en el aula: entre la ciencia y la magia. Disponible en: [http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/quimica-cienciay\\_magia.pdf](http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/quimica-cienciay_magia.pdf) [Consulta: Marzo 2013].

Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la escuela*, volumen (23), 17 – 32.

Haim, L; Cortón, E; Kocmur, S; & Galagovsky, L. (2003). Learning Stoichiometry with Hamburgers and Sandwiches. *Journal Chemical Education*, 80 (9), p. 1021.

Hernández, R., y Fernández, C. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición Documento en línea disponible en: [http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod\\_invest.pdf](http://www.upsin.edu.mx/mec/digital/metod_invest.pdf)

Jansen, W. (2004). The origin of the mole concept. *Journal of Chemical Education*, 81(10), p. 1409.

Landau, L & Lastres, L. (1996). Cambios químicos y conservación de la masa... ¿está todo claro? En: *Enseñanza de las ciencias*, Volumen (14), N° 2, pp. 171-174.

Lazonby, J., Morris, J., & Waddington, D. (1982). Dificultades de los estudiantes con la estequiometría. En V. Kind. (Ed), *Más allá de las apariencias, ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química* (pp. 97 – 106). México: Editorial Santillana.

Loaiza, J. (2011). *Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometría*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Martínez, M. (1984). Análisis lógico – gnoseológico de la enseñanza problémica de la filosofía. Disponible en: [http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44\\_207\\_v2n3cifuentessalcedo.pdf](http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_207_v2n3cifuentessalcedo.pdf) [Consulta: Noviembre 2013].

Moreno, J. (2011). *Las analogías una estrategia didáctica para el aprendizaje de la estequiometría*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Newell, A. & Simon, H. (1972). Solución de problemas humanos. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre293/re2932000479.pdf> [Consulta: Junio 2013].

Núñez, C. (2010). I.E.T.I.A Química para secundaria en Colombia. Instituto Armero. Disponible en: <http://caginufr.wordpress.com/>

Obando, S. (2013). *Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometria*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Pinto, G. (2004). Ejemplos de la vida cotidiana para el aprendizaje de la Química: valoración por alumnos universitarios, En *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, volumen 100 (2), 37 – 43. Disponible en: [http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/calculos\\_estequiometria\\_aplicados.pdf](http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/calculos_estequiometria_aplicados.pdf) [Consulta: Marzo 2014].

Pozo, J., Asencio, M. & Carretero, M. (1989). Modelos de aprendizaje – enseñanza de la historia. En M. Carretero (Ed), *La enseñanza de las ciencias sociales* (pp. 139 – 163). Madrid: Visor.

Reiser, R. & Gagné, R. (1983). *Selecting media for instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology. Disponible en: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART1\\_Vol5\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N1.pdf) [Consulta: Julio 2013].

Sánchez, G. & Valcárcel, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, volumen (11), 33 – 44.


Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En Couso, D., Badillo, E., Perafán, G. & Agustín, A. *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas* (pp. 13 – 58). Bogotá: Cooperativa Editorial del Magisterio.

Segura, A. (2003). Diseños Cuasiexperimentales. Disponible en: [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/disenos\\_cuasiexperimentales.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/renacip/disenos_cuasiexperimentales.pdf) [consulta: Mayo 2013].

Simon, H. (1978). Las diferencias individuales en la solución de problemas de física.  
Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21188/93250>  
[Consulta: Abril 2013].

# ANEXOS

## ANEXO A: CUESTIONARIO DE PRESABERES

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA GRAN COLOMBIA MANIZALES – CALDAS</b>	CODIGO VERSIÓN	DIRP4C1 DE 2014
	<b>CUESTIONARIO DE PRESABERES ESTEQUIOMETRIA AREA: CIENCIAS NATURALES (QUIMICA) DOCENTE: Cristian Fernando Mantilla C</b>	PAGINA	6
Nombre _____ Grado _____ Fecha _____			

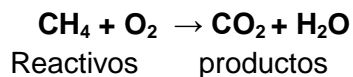
**Objetivo:** Reconocer los conocimientos previos de los estudiantes de grados undécimos de la Institución Educativa Gran Colombia, que permitirán abordar los contenidos de la unidad de estequiometría.

Querido estudiante: en el siguiente cuestionario encuentras una serie de preguntas relacionadas con el tema de estequiometría, dichas preguntas son de selección múltiple con única respuesta, es decir, se presenta un enunciado con cuatro opciones de respuesta de las cuales solo una es correcta. Contesta cada una de las preguntas planteadas de manera individual, con honestidad, con tranquilidad y confianza de acuerdo con lo que sabes.

**1. Respecto a una reacción química es correcto afirmar que:**

- Los reactivos se transforman en productos mediante la formación y ruptura de enlaces
- Los enlaces entre los átomos que forman los reactivos se rompen. Entonces, los átomos se reorganizan de otro modo, formando nuevos enlaces.
- Se forman sustancias diferentes a las iniciales, respetándose la ley de la conservación de la masa
- Se forman sustancias iguales a las iniciales, respetándose la ley de la conservación de la masa

**2. Con la siguiente ecuación se propone la combustión del metano (CH<sub>4</sub>):**



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

- 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 O<sub>2</sub>, que producen 1 mol de H<sub>2</sub>O y de CO<sub>2</sub>

**CONTESTE LAS PREGUNTAS 3 Y 4 DEACUERDO CON LA SIGUIENTE ECUACIÓN**



Masa molar g/mol	
Zn	65
HCl	36
ZnCl <sub>2</sub>	135
H <sub>2</sub>	2

**3. 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 e igual al número de sustancias obtenidas

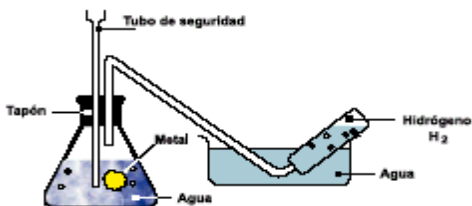
**4. De acuerdo con la ecuación anterior, es correcto afirmar que:**

- a.) 2 moles de HCl producen 2 moles de ZnCl<sub>2</sub> y 2 moles de H
- b.) 1 mol de Zn produce 2 moles de ZnCl<sub>2</sub> y 1 mol de H
- c.) 72 g de HCl producen 135 g de ZnCl<sub>2</sub> y 1 mol de H<sub>2</sub>
- d.) 135 g de ZnCl<sub>2</sub> reaccionan con 1 molécula de H<sub>2</sub>

**5. La representación, a través de los símbolos, fórmulas de los elementos y compuestos participantes en una reacción química, se denomina:**

- a.) Molécula
- b.) Ecuación química
- c.) Compuesto
- d.) Reacción química

Un método para obtener hidrógeno es la reacción de algunos metales con el agua. El sodio y el potasio, por ejemplo, desplazan al hidrógeno del agua formando hidróxidos (NaOH o KOH). El siguiente esquema ilustra el proceso.

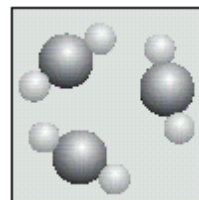


6. De acuerdo con lo anterior, la ecuación química que mejor describe el proceso de obtención de hidrógeno es:

- a.)  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{K} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$
- b.)  $\text{H}_2 \uparrow + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}$
- c.)  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- d.)  $\text{H}_2\text{O} + \text{Na} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}$

7. Las partículas representadas en el esquema conforman

- a.) Un átomo
- b.) Un elemento
- c.) Un compuesto
- d.) Una mezcla



8. De acuerdo con la fórmula química del sulfato de aluminio  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , es válido afirmar que éste.

- a.) Tiene dos moléculas de Al
- b.) Está compuesto por tres clases de moléculas
- c.) Tiene cuatro átomos de oxígeno
- d.) Está compuesto por tres clases de átomos

9. De acuerdo con el compuesto  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , se puede afirmar que la masa molecular es igual a.

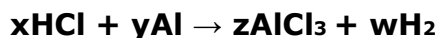
- a.) 214 g/mol
- b.) 342 g/mol
- c.) 278 g/mol
- d.) 75 g/mol

Masa atómica g/mol	
Al	27
S	32
O	16

10. La unidad empleada por los químicos para expresar la masa de los átomos es el equivalente a un número muy grande de partículas y recibe el nombre de mol. De acuerdo con el Sistema Internacional, el mol se define como.

- a.) El Número de Avogadro
- b.) La cantidad de sustancia
- c.) El peso atómico o molecular de una sustancia
- d.) Unidad del sistema internacional

11. Los valores de x, y, z y w para que la ecuación cumpla con la ley de la conservación de la materia en la siguiente ecuación son:



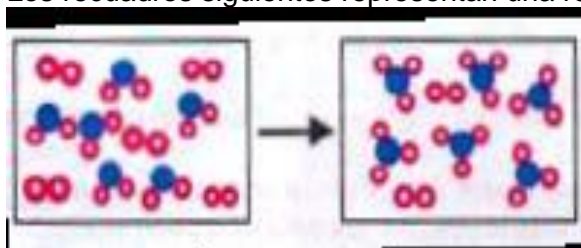
- a.)  $x=3, y=1, z=1, w=2$   
 b.)  $x=6, y=2, z=2, w=3$   
 c.)  $x=6, y=1, z=1, w=3$   
 d.)  $x=3, y=4, z=4, w=3$




12. En un recipiente se tiene 12 gramos de Carbono (C) y en otro hay 55,8 gramos de hierro (Fe), según la afirmación anterior:

- a.) La cantidad de átomos del elemento es la misma en cada uno de los recipientes, aunque tengan peso atómico diferente  
 b.) Hay mayor número de átomos en el recipiente que contiene hierro que en el otro recipiente  
 c.) Hay mayor número de átomos en el carbono que en el otro recipiente  
 d.) No se puede determinar

**RESPONDA LAS PREGUNTAS 13, 14 y 15 CON BASE EN LA SIGUIENTE INFORMACIÓN.**

Los recuadros siguientes representan una reacción química



Elemento	Representación	Peso atómico
A		10 gramos
B		5 gramos
C		2,5 gramos

13. Los recuadros de la izquierda y de la derecha representan respectivamente:

- a.) Elementos y compuestos  
 b.) Reactivos y productos  
 c.) Mezclas entre elementos  
 d.) Disoluciones

14. De la situación ilustrada se puede concluir que la masa del recuadro de la izquierda es con respecto al de la derecha:

- a.) Mayor, porque tiene más del elemento B  
 b.) Menor, porque tiene menos cantidad del elemento A  
 c.) Igual, porque tiene igual cantidad del elemento A, y del elemento B  
 d.) Menor, porque tiene menos del elemento B

15. La ecuación para la reacción representada es:

- a.)  $5A_2 + 6BA_2 \rightarrow 6BA_3$
- b.)  $5B_2 + 6AB_2 \rightarrow 6AB_3$
- c.)  $3B_2 + 6AB_3 \rightarrow 6AB_3$
- d.)  $B_2 + 2AB_2 \rightarrow 2AB_3$

RESPONDA LAS PREGUNTAS 16 y 17 CON BASE EN LA SIGUIENTE INFORMACIÓN.



Sustancia	Masa molar (g/mol)
C	12,0
H	1,0
CH <sub>4</sub>	16,0

16. Teniendo en cuenta que hay suficiente cantidad de ambos reactivos es válido afirmar que para producir 8g de CH<sub>4</sub> se necesitan:

- a.) 16 gramos de C
- b.) 2 gramos de H
- c.) 12 gramos de C
- d.) 4 gramos de H

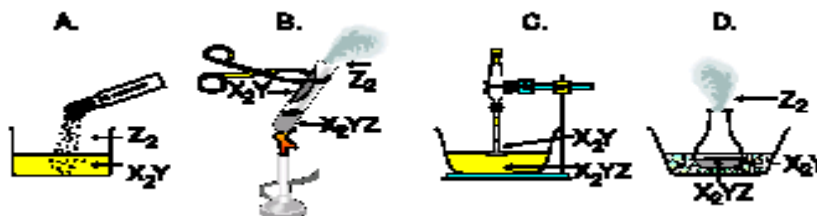
17. De acuerdo con la ecuación representada, es válido afirmar que:

- a.) se conservó la cantidad de materia
- b.) se conservó el número de moles
- c.) aumentó el número de moléculas
- d.) aumentó el número de átomos de cada elemento

18. La siguiente ecuación química representa una reacción de descomposición.



De acuerdo con lo anterior, el montaje experimental en donde se lleva a cabo la anterior reacción es:



**19. Cuál de las siguientes muestras tiene más átomos**

- a.) Una molécula de  $C_2H_6$
- b.) Un mol de  $C_2H_6$
- c.) 30,0 g de  $C_2H_6$
- d.)  $4,99 \times 10^{-23}$  g de  $C_2H_6$


**20. Tu cuerpo obtiene energía para moverse a partir de los alimentos. Esa energía proviene de:**

- a.) Romper las moléculas que forman el alimento al masticar
- b.) El aumento de masa que genera calor
- c.) Los procesos biológicos que convierte el alimento en energía
- d.) Las reacciones químicas que se producen en el cuerpo

**HOJA DE RESPUESTAS**

No de pregunta	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

## ANEXO B: ACTIVIDAD No 1 ESTEQUIOMETRIA EN LAS REACCIONES QUIMICAS

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA GRAN COLOMBIA MANIZALES - CALDAS</b>	CODIGO VERSIÓN	DIRP4C1 DE 2014
	<b>UNIDAD INTEGRADORA:</b> Cálculos que se pueden obtener a partir de una reacción química. <b>AREA:</b> Ciencias Naturales (QUIMICA) <b>DOCENTE:</b> Cristian Fernando Mantilla C  <b>GRADO:</b> Once uno	PAGINA	20

### INTRODUCCION A LA UNIDAD

La química como área de las ciencias naturales, ha experimentado en los últimos años una serie de cambios en conceptos que se consideraban verdaderos, pero se ha presentado la oportunidad de ser modificados o ampliados siendo muy efectivos en los resultados de nuevos descubrimientos y avances científicos, los cuales han permitido comprender de una mejor manera ciertos procesos y funciones en la interacción de los seres vivos con el medio ambiente y que su aprendizaje debe fundamentarse específicamente en la investigación y en la experimentación.

El plan de trabajo seguido en cada una de las guías se ajusta a un proceso lógico articulado, para que el aprendizaje sea de carácter analítico y evitando cuestiones memorísticas que fácilmente se olvidan.

#### OBJETIVO GENERAL

El estudiante reconocerá la importancia cuantitativa, cuando determine las cantidades de reactivos y productos presentes en una reacción química, identificando la importancia que tiene este tipo de cálculos en el análisis cuantitativo de procesos estequiométricos.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. El estudiante identificará los conceptos de estequiometría, mol, masa atómica, masa molecular y realizará cálculos matemáticos teniendo en cuenta el respectivo procedimiento para efectuar conversiones de masa, mol y porcentaje de rendimiento.
2. El estudiante conocerá el aspecto cuantitativo de las reacciones químicas, así como la importancia del reactivo limitante y realizará cálculos de porcentaje de rendimiento e identificará el reactivo limitante.
3. El estudiante Valorará la importancia que tienen las reacciones químicas en los procesos industriales así como el reactivo limitante teniendo en cuenta los aspectos históricos y epistemológicos.

## CONTENIDOS

1. Estequiometria en las reacciones químicas
2. Reactivo limite.
3. Pureza de los reactivos y porcentaje rendimiento de una reacción química.

## ESTEQUIOMETRIA EN LAS REACCIONES QUIMICAS

### ACTIVIDAD N° 1: (4 SEMANAS)

#### OBJETIVOS:

- Relacionar las razones molares existentes para las sustancias de una reacción química.
- Calcular en moles y en gramos las cantidades de las sustancias que participan en una reacción química.



#### MOTIVACION. TRABAJO INDIVIDUAL

Lee con mucha atención la siguiente situación:

*“Había una vez... así empiezan todos los cuentos, pero en esta ocasión va a ser diferente. En una ciudad cercana, un hombre llamado Pedro trabajaba en una industria la cual producía alimentos para los niños más necesitados, dicha industria era automatizada, de alta tecnología. Una vez Pedro salió de su casa para el trabajo y cuando llegó se dio cuenta de que la empresa estaba en apuros ya que las máquinas estaban fallando, Anna una de sus colegas le dijo:*

*Anna: Pedro que haremos, si no llamamos a alguien a que venga inmediatamente a revisar las máquinas la producción se va a parar y los niños no van a tener su alimento en las próximas horas.*

*Pedro: tranquila Anna, ¿qué es lo que está pasando con las máquinas de producción?*


*Anna: las máquinas están como locas no saben cuanta cantidad de ingredientes hay que adicionarle a cada mezcla para obtener la ración indicada...*

*Pedro: y no hay nadie que las pueda organizar rápidamente*

*Anna: la verdad no.*

*Pedro se quedó pensando en una posible solución al problema...”*

- ❖ Si tú fueras Pedro; como solucionarías dicho problema, ¿cómo harías para adicionarle la cantidad indicada de cada ingrediente a la comida?
- ❖ Lea con atención la siguiente lectura, la cual está disponible en el siguiente link <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=139508> y desarrolla las actividades que están propuestas en ella.
- ❖ Utilicemos los medios tecnológicos para realizar la siguiente actividad:

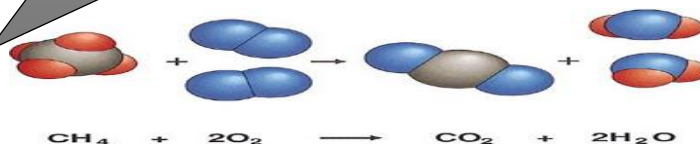
	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA GRAN COLOMBIA MANIZALES – CALDAS</b>	CODIGO VERSIÓN	DIRP4C1 DE 2014
	<b>PRACTICA VIRTUAL BALANCEO DE REACCIONES QUIMICAS</b> <b>AREA: CIENCIAS NATURALES (QUIMICA)</b> <b>DOCENTE: Cristian Fernando Mantilla C</b>	PAGINA	3
Nombre _____ Grado _____ Fecha _____			

Objetivos:

- Balancear una ecuación química por tanteo, de forma teórica y práctica (utilizando phet interactive simulations).
- Reconocer que el número de átomos de cada elemento es conservado en una reacción química.
- Describir la diferencia entre los coeficientes y subíndices en una ecuación química.

# Balanceo de reacciones químicas

Para manifestar un cambio en la materia, se utiliza una ecuación química, es decir, la forma que representa cómo se altera la naturaleza de los elementos o cómo reacciona uno al contacto con otros. Si deseamos comprender estas alteraciones, debemos ser capaces de equilibrar o balancear las ecuaciones químicas.



# Practiquemos

1. Balancear las siguientes reacciones químicas por tanteo, si en ellas encuentras reacciones químicas que no se pueden balancear justifica tu respuesta.

- a-)  $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$
- b-)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2$
- c-)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- d-)  $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- e-)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow (\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

2. Responde las siguientes preguntas según las anteriores reacciones químicas.

- a-) ¿Qué pasa con los átomos de los reactivos al originar los productos en una reacción química?
- b-) ¿Cuándo se dice que una ecuación química está balanceada?



## Utilicemos el medio tecnológico para el balanceo de reacciones químicas por tanteo



**Ingrese a la página:** [Química - Simulaciones PhET - PhET - University of Colorado Boulder](http://phet.colorado.edu/es/simulations/category/chemistry) (<http://phet.colorado.edu/es/simulations/category/chemistry>) y haga clic sobre la página web de la simulación que desea iniciar; en este caso balanceando ecuaciones químicas y dar clic para ir a la página de descarga.

Una vez descargada la página se procederá a desarrollar los ejercicios propuestos por el programa, balanceando cada una de las reacciones químicas por tanteo. Posteriormente se interpretará los resultados obtenidos según lo propuesto en las siguientes preguntas.

1. En las reacciones químicas propuestas por el programa identifica:
  - a-) Los reactantes.
  - b-) Los productos.
  - c-) El número de átomos de cada elemento en los reactantes y en los productos. Utilizando una tabla como la siguiente

Elemento	Número de átomos en los reactantes	Número de átomos en los productos
N		
H		

3. ¿Qué significa los coeficientes y los subíndices en una reacción química y cuál es la diferencia que hay entre ellos?
4. Desarrolla el juego de balanceado que propone el programa y saca tus propias conclusiones.



## Complementemos lo aprendido con otras páginas web

1. En la siguiente dirección electrónica, encontrarás una aplicación web interactiva, de fácil manejo y divertida, donde realizarás los ejercicios propuestos en las secciones: La reacción química y las reacciones en tu entorno.  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/index.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/index.htm)
2. En esta otra dirección electrónica, resolverás unos ejercicios, relacionado con ajustar correctamente algunas ecuaciones químicas.  
[http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/quimica\\_interactiva.htm](http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/quimica_interactiva.htm)

## COMPRENDE EL CONCEPTO:



La palabra estequiometría fue establecida en 1792 por el químico alemán Jeremías B. Richter para designar la ciencia que mide las proporciones según las cuales se deben combinar los elementos químicos. Richter fue uno de los primeros químicos que descubrió que las masas de los elementos y las cantidades en que se combinan se hallan en una relación constante.

Richter en 1792 describió la estequiometría de la siguiente manera: "*La estequiometría es la ciencia que mide las proporciones cuantitativas o relaciones de masa de los elementos químicos que están implicados.*"

Las reacciones químicas se caracterizan por la aparición de nuevas sustancias a partir de otras. Químicamente, diremos que son procesos en los cuales cambia la naturaleza de las sustancias, es decir, a partir de unas sustancias iniciales llamadas **reactivos** se obtienen otras totalmente diferentes llamadas **productos**.

Una ecuación química balanceada permite averiguar las cantidades de reaccionantes que se requieren para formar cierta cantidad de producto. Nuestros conocimientos *actuales nos* permiten comprender la existencia de estas proporciones, lo que se denomina **estequiometría** de las reacciones químicas. En efecto, ahora sabemos que los compuestos están formados por átomos combinados en una determinada proporción expresada mediante la fórmula y también que una reacción consiste en un reagrupamiento de átomos, la estequiometría de una reacción química queda perfectamente establecido mediante la ecuación química. En ella, aparecen las fórmulas de reactivos y productos precedidos de unos números (los coeficientes estequiométricos) que indican las proporciones según las cuales ocurre la transformación. Una flecha establece el sentido del cambio.

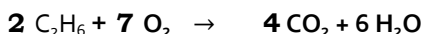
**Los coeficientes estequiométricos** de una ecuación química obedecen al hecho de que los átomos presentes antes de la reacción deben ser los mismos después de la misma, si bien se habrán reorganizado para producir nuevas sustancias. Para encontrar los valores de estos coeficientes se utiliza un procedimiento sistemático llamado **ajuste de la reacción química**.

## ¿QUE SE PUEDE OBTENER DE UNA REACCION QUIMICA?

A la hora de tener una reacción química se puede obtener lo siguiente:

- La cantidad de producto que se puede preparar a partir de ciertas cantidades de reactivos.
- El reactivo limitante (reaccionante límite), el cual determina qué tanto producto se puede obtener de una ecuación química, cuando se dispone de una cantidad limitada de uno de los reactivos.
- Los porcentajes de producción y rendimiento.

Una ecuación química ajustada admite varias interpretaciones. Veamos el siguiente ejemplo:



La primera es la interpretación **cuantitativa**: el etileno ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) reacciona con el oxígeno molecular ( $\text{O}_2$ ) para dar dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

La interpretación **cuantitativa** puede expresarse de varias formas. Así, a nivel microscópico, la ecuación nos indica que cada 2 moléculas de etileno que reaccionan con 7 moléculas de oxígeno producen 4 moléculas de

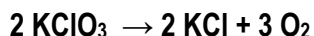
dióxido de carbono y 6 moléculas de agua. Observa, como se comprueba al representar gráficamente este proceso, que el número total de átomos de cada elemento antes y después de la reacción es el mismo.

Para realizar estos cálculos se tiene en cuenta los subíndices numéricos y los coeficientes de las ecuaciones balanceadas. Se debe tener en cuenta una unidad química fundamental que es el mol (cantidad de materia que contiene el número de Avogadro de partículas:  $6,023 \times 10^{23}$ ).

Hay que recordar que un mol corresponde en gramos al peso fórmula de una sustancia. Por ejemplo un mol de  $H_2O$  pesa 18 gramos y contiene  $6,023 \times 10^{23}$  moléculas.

### Cálculo de la cantidad de producto a partir de cierta cantidad de reactivos:

Una ecuación química balanceada indica la cantidad exacta de producto que se obtiene a partir de cantidades exactas de reactivos. Por ejemplo:



Esta reacción indica que 2 moles de  $\text{KClO}_3$  producen 2 moles de  $\text{KCl}$  y 3 moles de  $\text{O}_2$ . Si el análisis se hace, se establece que 245 g de  $\text{KClO}_3$  producen 149 g de  $\text{KCl}$  y 96 g de  $\text{O}_2$ .

Los datos que resultan de una ecuación balanceada, sea moles o gramos son la base del factor de conversión utilizado para hallar algún dato. Por ejemplo, de la ecuación anterior se extrae que 2 moles de  $\text{KClO}_3$  producen 3 moles de  $\text{O}_2$ . Si se pregunta por las moles de  $\text{O}_2$  producidas por la mitad de las moles de  $\text{KClO}_3$ , entonces se procede así:

moles  $\text{O}_2$  producidas = cantidad dada por factor de conversión

$$\text{moles } \text{O}_2 \text{ producidas} = \frac{1 \text{ mol } \text{KClO}_3 * 3 \text{ moles de } \text{O}_2}{2 \text{ moles de } \text{KClO}_3} = 1.5 \text{ moles de } \text{O}_2$$

Este procedimiento lo utilizamos diariamente con varias magnitudes, por ejemplo, una persona cuyo negocio sea vender dólares necesita saber el precio del dólar en pesos; esta relación constituye el factor de conversión.

Si esta persona vende en un día 2.000 dólares ¿cuántos pesos colombianos vendió en ese día?

$$\text{\$} = 2000 \text{ dólares} * \frac{2380 \text{ \$}}{1 \text{ dólar}} = 4760000 \text{ \$ Vendió en ese día}$$

Los cálculos químicos son de mucha importancia debido a que se realizan casi de forma rutinaria en los análisis químicos y durante la producción de sustancias químicas que se utilizan como materias primas o como productos finales.

Pueden realizarse cálculos estequiométricos a partir de una ecuación balanceada, teniendo en cuenta las relaciones **mol – mol**, **masa – masa**, **mol – masa**. Estudiemos cada una de ellas y veamos cómo se resuelven los ejercicios en los diferentes casos.

### Cálculos Mol – Mol:

- Ingresa al siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=zivYHIOsks8> para que puedas tener una explicación clara de cómo aplicar cálculos mol – mol y al final debes presentar un resumen de lo visto en el video.

Pueden realizarse cálculos, teniendo en cuenta los moles de los reactivos y los de los productos; estos cálculos se conocen con el nombre de **relación mol – mol**. Cuando se conocen las moles que participan en una reacción y se tiene la ecuación balanceada, se establece una relación molar entre reactivos y productos, teniendo en cuenta que las moles en una ecuación están dados por los

coeficientes estequiométricos. Para resolver problemas en los que se utilice la relación mol – mol, deben seguirse estos pasos:

- Plantear y balancear la ecuación.
- Hallar las moles de cada una de las sustancias involucradas en el problema, en caso de que sus cantidades estén dadas en gramos.
- Establecer la relación molar entre los reactivos y los productos, de acuerdo con los datos del problema.

Veamos un ejemplo para realizar cálculos mol – mol.

La combustión del octano, uno de los componentes de la gasolina, produce gas carbónico, agua y cierta cantidad de calor (proceso exotérmico), de acuerdo con la siguiente ecuación:



Cuando se quema una muestra de gasolina que contiene 38,5 moles de octano, ¿cuántos moles de gas carbónico se producen y cuántos moles de agua se forman en la combustión?

**Solución:** planteamos la ecuación y balanceamos la ecuación:



Establecemos el factor molar, teniendo en cuenta los coeficientes estequiométricos:

$$38,5 \text{ moles de } \text{C}_8\text{H}_{18} \frac{16 \text{ moles de } \text{CO}_2}{2 \text{ moles de } \text{C}_8\text{H}_{18}} = 308 \text{ moles de } \text{CO}_2$$

Se producen 308 moles de  $\text{CO}_2$  cuando se queman 38,5 moles de  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ .

$$38,5 \text{ moles de } \text{C}_8\text{H}_{18} \frac{18 \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}}{2 \text{ moles de } \text{C}_8\text{H}_{18}} = 346,5 \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}$$

**Resuelva el siguiente ejercicio:**

Al experimentar con gases nobles, Neil Bartlett, en 1965, obtuvo el tetrafluoruro de xenón, destacándose por ser uno de los primeros compuestos sintetizados a partir de un gas noble. Esta reacción se representa mediante la siguiente ecuación:



¿Cuántas moles de Xenón fueron necesarias para sintetizar 134,56 moles de de tetrafluoruro de xenón ( $\text{XeF}_4$ ), suponiendo que hay el flúor suficiente?

### Cálculos Masa – Masa:

- Ingresa al siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=ERKX3TB4pUo> para que puedas tener una explicación clara de cómo aplicar cálculos masa – masa. ¿Qué comprendiste del video?

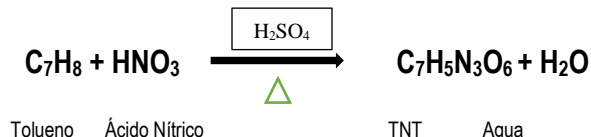
En este tipo de cálculos químicos, las cantidades de las sustancias se expresan en gramos; estos cálculos son conocidos como **relación masa – masa**. Para resolver este tipo de cálculos, se convierten a moles las cantidades de las sustancias; se establece la relación molar entre ellas y, por último, se convierten los moles a gramos para dar la respuesta.

Para resolver ejercicios que requieren cálculos de masa – masa, aplicamos los siguientes pasos:

- Plantear y balancear la ecuación que representa la reacción.
- Determinar las masas moleculares de las sustancias que intervienen en el cálculo.
- Establecer la relación molar de acuerdo con los coeficientes estequiométricos.
- Convertir a gramos las cantidades de sustancias expresadas en moles.

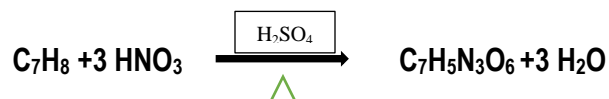
A continuación, encuentras un ejemplo de cómo realizar los cálculos masa – masa.

El ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) se emplea para producir el explosivo trinitrotolueno (TNT). La ecuación que nos representa esta reacción es:



Calcula los gramos de TNT que se producen al hacer reaccionar 500 g de tolueno con la cantidad suficiente de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), ácido sulfúrico y calor.

**Solución:** planteamos y balanceamos la ecuación



Calculamos las masas moleculares del tolueno y del TNT:

Masa molecular del tolueno (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) = 92 g/mol

Masa molecular del TNT (C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>6</sub>) = 227 g/mol

Determinamos el número de moles del tolueno (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>):

$$500 \text{ g de tolueno } \text{C}_7\text{H}_8 \quad \frac{1 \text{ moles de } \text{C}_7\text{H}_8}{92 \text{ g de } \text{C}_7\text{H}_8} = 5,43 \text{ moles de } \text{C}_7\text{H}_8$$

Establecemos el factor molar entre el tolueno (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) y el TNT (C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>6</sub>), teniendo en cuenta los coeficientes estequiométricos:

$$5,43 \text{ moles de tolueno } \text{C}_7\text{H}_8 \quad \frac{1 \text{ mol de TNT}}{1 \text{ mol de } \text{C}_7\text{H}_8} = 5,43 \text{ moles de TNT}$$

Como la respuesta debe expresarse en unidades de masa (g), convertimos los moles de TNT a gramos:

$$5,43 \text{ moles de TNT} \quad \frac{227 \text{ g de TNT}}{1 \text{ mol de TNT}} = 1232,6 \text{ g de TNT}$$

Se producen 1232,61 g de TNT al reaccionar 500 g de tolueno (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>).

**Resuelva el siguiente ejercicio:**

La descomposición de la piedra caliza (mármol o calcita en su forma más pura) (CaCO<sub>3</sub>), en óxido de calcio (CaO), cal viva, y gas carbónico (CO<sub>2</sub>), se lleva a cabo cuando la piedra es sometida a fuerte calentamiento.

Si se descomponen 450 g de piedra caliza, ¿Cuántos gramos de óxido de calcio (CaO) y de gas carbónico (CO<sub>2</sub>) se producen? Plantee la respectiva reacción química.

**Cálculos mol – masa:**

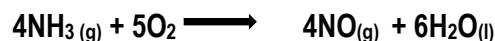
- Ingresa al siguiente link <http://www.youtube.com/watch?v=Elqft09zTSY> y al final debes presentar un cuadro comparativo de lo visto en el video, adicionalmente elabora un glosario de palabras desconocidas y con la ayuda de un texto de química busca el respectivo significado.

Pueden efectuarse cálculos estequiométricos cuando unas cantidades de sustancia se expresan en moles y otras en masa; este tipo de relaciones se conocen como **mol – masa** o, también, **masa – mol**. Para realizar esta serie de conversiones se, se convierte, primero, la masa de la sustancia a moles, empleando la masa molecular y, luego, se siguen los pasos descritos en los casos anteriores.

A continuación, encuentras un ejemplo de cómo realizar los cálculos mol – masa.

El amoníaco se oxida a 850 °C en presencia del oxígeno, produciendo monóxido de nitrógeno (NO) y agua en el proceso Ostwald. Si se oxidan 5,8 moles de amoníaco, ¿cuántos gramos de NO se producen?

**Solución:** planteamos y balanceamos la ecuación:



Hallamos las masas moleculares del NH<sub>3</sub> y del NO:

Masa molecular del NH<sub>3</sub> = 17 g/mol

Masa molecular del NO = 30 g/mol

Hallamos los moles de NO, estableciendo el factor molar:

$$5,8 \text{ moles de NH}_3 \cdot \frac{4 \text{ moles de NO}}{4 \text{ moles de NH}_3} = \mathbf{5,8 \text{ moles de NO}}$$

Convertimos los moles de NO a gramos para dar la respuesta:

$$5,8 \text{ moles de NO} \cdot \frac{30 \text{ g de NO}}{1 \text{ mol de NO}} = \mathbf{174 \text{ g de NO}}$$

Se producen 174 gramos de NO cuando se oxidan 5,8 moles de NH<sub>3</sub>.

**Resuelva el siguiente ejercicio:**

Cuando reacciona el Zinc con el ácido sulfúrico, se produce hidrógeno libre y sulfato de zinc, según la ecuación:



Si se requieren obtener 345,87g de hidrógeno:

- ¿Cuántas moles de ácido son necesarios?
- ¿Cuántos gramos de zinc se requieren?
- ¿Cuántas moles de sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>) se producen?

## B

### TRABAJA EN EL AULA. TRABAJO COOPERATIVO

- Imagina que eres un experto en el tema de estequiometría y te han invitado a presentar una prueba de conocimientos. En la prueba te piden que definas algunos conceptos pero de forma argumentativa, ¿cómo los describirías? Los conceptos son los siguientes:
- a. Estequiometría.                      b. Reacción química.                      c. Reactivos.                      d. Productos
- e. Coeficientes estequiométricos de una reacción.                      f. Mol.
- g. Ley de la conservación de la materia.
- Después de haber terminado la primera parte, ahora te piden que coloques en el paréntesis de la izquierda la letra que corresponda a la respuesta correcta.
- ( ) Estudia las relaciones de masa en las reacciones químicas.                      a. Mol  
( ) Es la unidad que representa la cantidad de sustancia.                      b. Peso molecular o masa  
( ) Número de Avogadro.                      c. Estequiometría  
( ) Es la masa, expresada en g, que hay en un mol de sustancia.                      d.  $6.022 \times 10^{23}$
- Para finalizar la prueba te piden que debes formar grupos de tres participantes y con la ayuda de tu profesor se debe socializar toda la prueba, con el fin de que cada grupo tendrá un tiempo límite para exponer la información recopilada y así poder evaluar el trabajo cooperativo e individual.

## C

### TRABAJA EN CASA

- Resuelve los siguientes problemas relacionados con estequiometría.
1. Escribe el peso atómico (masa atómica en g) en cada caso.
- a. N\_\_\_\_\_                      b. Ca\_\_\_\_\_                      c. O\_\_\_\_\_                      d. P\_\_\_\_\_                      e. S\_\_\_\_\_                      f. H\_\_\_\_\_
- g. Cl\_\_\_\_\_                      h. Fe\_\_\_\_\_                      i. K\_\_\_\_\_                      j. Na\_\_\_\_\_                      k. Mg\_\_\_\_\_                      l. Br\_\_\_\_\_
2. Escribe el peso molecular (masa molecular en g/mol) en cada caso.
- a.  $K_2O$ \_\_\_\_\_                      b.  $FeO$ \_\_\_\_\_                      c.  $HNO_3$ \_\_\_\_\_                      d.  $H_2SO_4$ \_\_\_\_\_                      e.  $CaCl_2$ \_\_\_\_\_                      g.  $Cr_2O_3$ \_\_\_\_\_
- g.  $H_2O$ \_\_\_\_\_                      h.  $MnO_4$ \_\_\_\_\_                      i.  $H_2O_2$ \_\_\_\_\_                      j.  $SnO_2$ \_\_\_\_\_                      k.  $P_2O_5$ \_\_\_\_\_                      l.  $HCl$ \_\_\_\_\_
- Realiza las siguientes conversiones, utiliza una hoja anexa para realizar con claridad tus cálculos y presenta un trabajo escrito con la información recolectada.
- a. Se tienen 20 g de ácido nítrico ( $HNO_3$ ). ¿A cuántas moles equivalen dicha masa?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

b. ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico (HCl) hay en 6 moles?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

c. ¿Cuántos gramos de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) hay en 0.15 moles?

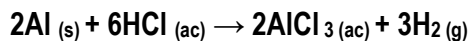
DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

d. ¿Cuántas moles de agua (H<sub>2</sub>O) hay en 0.45 gramos?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

➤ Realiza las siguientes conversiones, utiliza una hoja anexa para realizar con claridad tus cálculos y presenta un trabajo escrito con la información recolectada

1. La descomposición de HCl por el Al se representa por la siguiente ecuación balanceada:



Calcula:

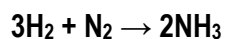
- a. La cantidad de moles de hidrógeno que se producen a partir de 2 moles de HCl.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- b. La cantidad en moles de Aluminio (Al) que se requieren para reaccionar completamente con 2 moles de ácido clorhídrico (HCl).

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

2. La obtención industrial del amoníaco a partir de sus elementos, se representa por la siguiente ecuación:



Calcula:

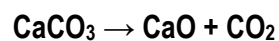
- a. La cantidad de moles de amoníaco (NH<sub>3</sub>) que se obtienen a partir de 9 moles de hidrógeno.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- b. La cantidad de moles de hidrógeno que se necesitan para producir 0.5 moles de amoníaco (NH<sub>3</sub>).

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

3. La descomposición del carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), en óxido de calcio (CaO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se representa mediante la siguiente reacción química:

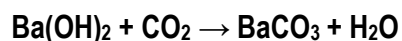


Calcula:

- a. La cantidad de moles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se producen a partir de 3 moles de CaCO<sub>3</sub>.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

4. El hidróxido de Bario reacciona con el dióxido de carbono para producir carbonato de bario y agua, según la siguiente reacción química:



Calcula:

- a. La cantidad de gramos de BaCO<sub>3</sub> que se producen, cuando se hace burbujear un exceso de CO<sub>2</sub> en una solución con 0.41 moles de Ba(OH)<sub>2</sub>.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- b. La cantidad de moles de  $\text{CO}_2$  que se requieren para reaccionar con 2 moles de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

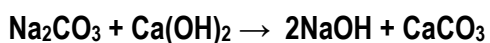
- c. La cantidad de gramos de  $\text{H}_2\text{O}$  que se producen a partir de 0.41 moles de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- d. La cantidad de gramos de  $\text{H}_2\text{O}$  que se forman a partir de 0.5 moles de  $\text{CO}_2$ .

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

5. La soda caustica comercial,  $\text{NaOH}$ , se prepara comercialmente a partir de la siguiente reacción química:



Calcula:

- a. La cantidad de moles de  $\text{NaOH}$  que se obtiene a partir de 1000 Kg de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

b. La cantidad de moles de  $\text{Ca(OH)}_2$  que reacciona con esta cantidad de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

c. La cantidad de gramos de  $\text{NaOH}$  que se producen a partir de 5 moles de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

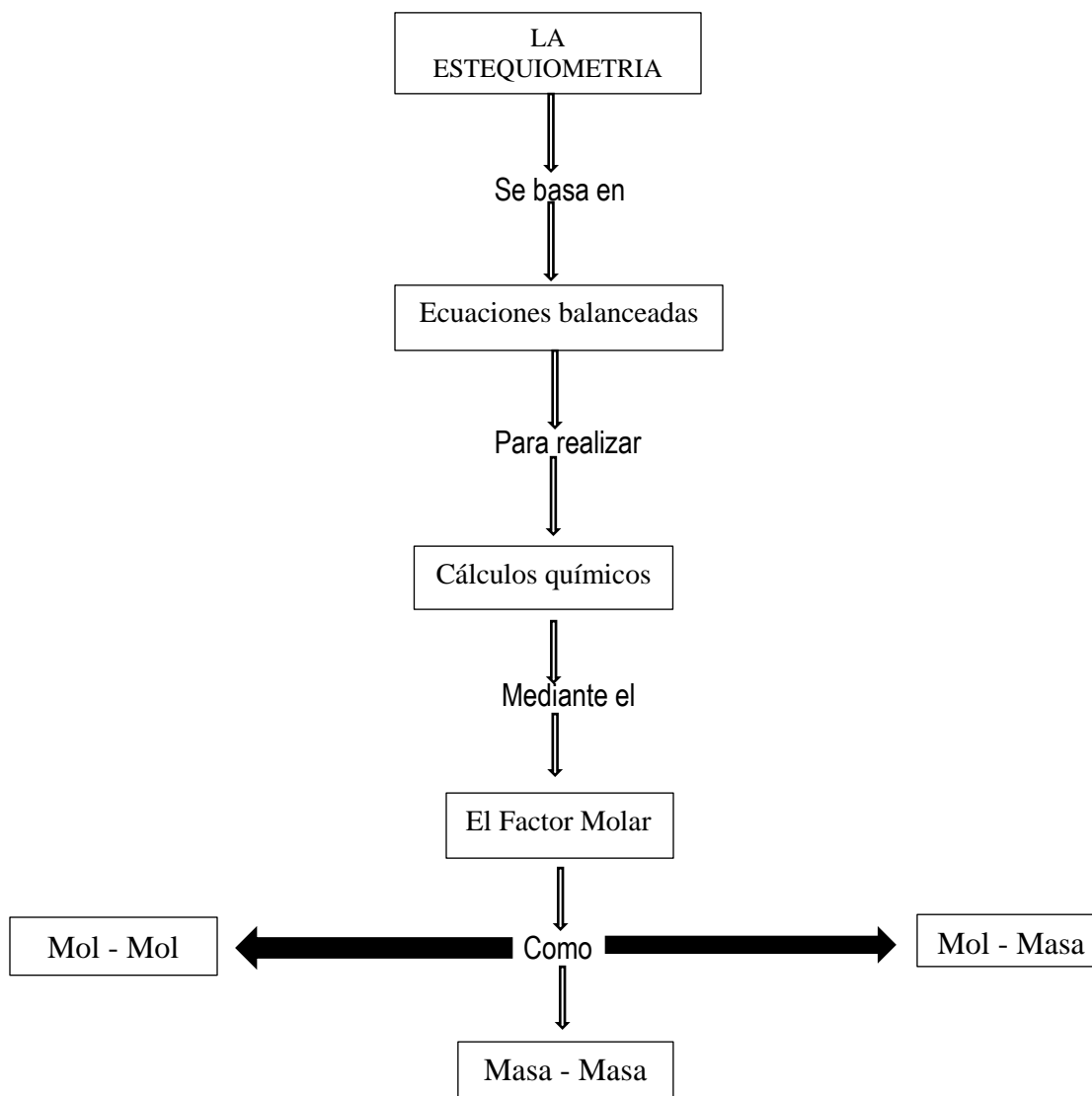
DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- En el siguiente blog <http://gustavoquimica.blogspot.com/> encontrará información básica muy útil que le permitirá comprender mejor el concepto de estequiometría, algunos pasos a seguir para realizar cálculos estequiométricos y unos ejercicios que serán resueltos por usted para que pueda tener un mayor entendimiento del tema.

# D

## CONTEXUALIZA

Interpreta el siguiente mapa conceptual.



Mapa conceptual 1. La estequiometria.

- ❖ ¿Qué relación encuentras entre los preparativos para hacer una torta en la cocina de tu casa y los cálculos necesarios para obtener un producto en un laboratorio de química?
- ❖ Con el siguiente video <http://www.youtube.com/watch?v=1pShWXz2dAk> , realizar la siguiente actividad.
  - a) Escribe la reacción química propuesta en el vídeo y balancearla.

b) Completar las siguientes tablas de acuerdo a la información suministrada en el video.

**Tabla # 1**

<b>ATOMOS</b>	<b>MASA ATOMICA (g/mol)</b>	<b>COMPUESTOS (g/mol)</b>	<b>MASA MOLECULAR</b>

**Tabla # 2**

<b>Si se dispone con 20 g de Sulfuro de Zinc (ZnS) en el laboratorio, cuantas moles y gramos se producen de:</b>		
<b>Productos</b>	<b>Moles</b>	<b>Gramos</b>

**Tabla # 3**

<b>Si se dispone con 15 g de Oxígeno gaseoso (O<sub>2</sub>) en el laboratorio, cuantas moles y gramos se producen de:</b>		
<b>Productos</b>	<b>Moles</b>	<b>Gramos</b>

**BIBLIOGRAFIA:**

- Ander, P., & Sonnessa A. (1982). Principios de química. Introducción a los conceptos teóricos, Editorial Limusa, México.
- Whitten., Kennet, W., & Raymond, E. (1980). Química general, tercera edición, España, McGraw Hill.

## ANEXO C: ACTIVIDAD No 2 REACTIVO LIMITE

### REACTIVO LIMITE ACTIVIDAD N° 2: (1 SEMANA)

#### OBJETIVOS:

Determinar el reactivo límite en una reacción química.

Desarrollar habilidades intelectuales a través del estudio organizado y sistemático de las reacciones estequiométricas.



#### MOTIVACION. TRABAJO INDIVIDUAL

Lea atentamente el siguiente texto:

#### “ALGO MUY INTERESANTE CON EL AMBIENTE”

La industria química es la base de cualquier sociedad industrial; casi todo lo que compras hoy en día se ha manufacturado por algún proceso químico, o implica el uso de productos químicos. Para evitar pérdidas económicas en los procesos industriales y en la elaboración de productos químicos, es necesario conocer: la reacción química, la cantidad de productos que se desean obtener y la cantidad de reactivos que se deben emplear.

Las cuestiones medioambientales como el cambio climático, la contaminación del agua y las energías renovables ocupan la portada de los periódicos y están cobrando mucha importancia en nuestra vida cotidiana. Mucha gente considera que las industrias químicas y la química en sí son muy perjudiciales para el medioambiente. No obstante, son numerosos los avances y las investigaciones científicas en el campo de la química que están permitiendo desarrollar unos materiales y unas aplicaciones que protegen el medioambiente y conservan la calidad y el estilo de vida que deseamos. A lo largo de los años, la industria y la sociedad han ido concienciándose de los efectos nocivos de algunas de las prácticas del pasado y de la necesidad de proteger el medioambiente. En el pasado, muy pocos conocían el efecto pernicioso de la vida moderna sobre el entorno, teniendo en cuenta únicamente el potencial positivo de la creación de nuevos materiales y productos.

La investigación en ciencias de la biología y de la química ha revelado que los procesos industriales en química y petroquímica desempeñan un papel fundamental en la resolución de problemas medioambientales, como son el cambio climático, las basuras o la eficiencia energética por nombrar sólo unos cuantos. Sin los químicos quizás nunca habiéramos llegado a comprender esta problemática. Se han producido - y siguen produciéndose - cambios muy profundos para encontrar soluciones alternativas. Paralelamente, los químicos y petroquímicos están investigando nuevos métodos más sostenibles y respetuosos con el medioambiente, manteniendo a la vez el desarrollo de la economía y la industria actual. Por ejemplo:

**Biocarburantes:** el carburante derivado de la biomasa. Una gran variedad de productos de biomasa, como el azúcar de caña, las semillas de colza, el maíz, la paja, la madera y los residuos y desechos animales y agrícolas pueden transformarse en carburantes para el transporte.

**Bioplásticos:** la producción de materiales plásticos biodegradables a partir de recursos naturales como las plantas.

**Aislamiento:** la mejora de los materiales aislantes para conseguir viviendas y edificios con más eficiencia energética.

**Compuestos plásticos de bajo peso** que contribuyen a reducir el consumo de carburante de los coches y los aviones.

**Pilas de combustible:** cuando se utilizan para hacer funcionar los coches y las motos, las pilas de combustible de hidrógeno producen vapor de agua en lugar de gases de escape.

**Nuevas tecnologías de alumbrado**, como los diodos de emisión de luz orgánica (OLEDS), que producen más luz con menos electricidad.

**Turbinas de viento y paneles solares**, que están construidas con materiales producidos por la industria química. Las aspas de metal de las turbinas de viento han sido sustituidas por aspas de poliéster reforzado con fibra de vidrio para resistir las peores inclemencias meteorológicas.

Es fundamental potenciar las ciencias químicas a través de la investigación y el desarrollo para que podamos conservar un buen nivel de vida en armonía con el medioambiente y la naturaleza. Se trata del mayor desafío de todas las ramas de la ciencia moderna, en especial las que se dedican al medioambiente: la integración de la tecnología con la naturaleza y el ser humano.

**CON BASE EN EL TEXTO RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:**

- ¿Por qué es necesario conocer el reactivo límite en una reacción química?

---

---

---

---

- ¿Qué representa un reactivo en exceso cuando se lleva a cabo una reacción química?

---

---

---

---

---

- ¿Qué pasaría si en una reacción química las cantidades de reactivos son iguales?

---

---

---

---

**CON BASE EN EL VIDEO <https://www.youtube.com/watch?v=Txb171MMAOg> responda a las siguientes preguntas**



- ¿Cuál es la reacción química que se plantea en el experimento?

---

---

---

- ¿Cuáles son los coeficientes estequiométricos de la reacción química?

---

---

---

- ¿Cuáles son las masas molares de las sustancias implicadas en la reacción química?

---

---

---

- ¿Por qué crees que el globo azul no se infló igual que los otros?

---

---

---

- Según los valores que muestran en el video ¿cuál es el reactivo límite y por qué?

---

---

---

## COMPRENDE EL CONCEPTO:

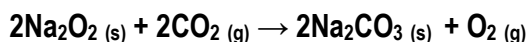
Imagina que tienes una docena de refrescos para repartirlos entre tus compañeros de curso; si hay doce compañeros, a cada uno le corresponde un refresco; pero si solamente hay ocho, los refrescos están en exceso, porque sobran cuatro; y si hay quince compañeros, ellos están en exceso, porque tres quedarían sin refresco. Algo similar sucede en los procesos químicos que se realizan en las industrias y en los laboratorios, cuando en una reacción química uno de los reactivos se agota antes que el otro. El reactivo que se consume por completo y está en menor cantidad molar de acuerdo con la proporción estequiométrica se denomina **reactivo limitante**, porque limita la cantidad de nuevos productos que se pueden formar. El reactivo sobrante se llama **reactivo en exceso**; el cual, a nivel industrial, es el reactivo más económico. Por esta razón, es importante que el reactivo más costoso se consuma en su totalidad.

Para determinar el reactivo limitante en una reacción química, deben tenerse en cuenta los siguientes pasos:

- Utilizar las cantidades conocidas, para establecer el número de moles de cada reactivo.
- Establecer cuál sustancia es el reactivo limitante; para ello, basta con dividir el número de moles dado de cada reactivo por su respectivo coeficiente en la ecuación balanceada y, luego, comparar los resultados obtenidos: el menor resultado corresponde al reactivo limitante.
- Utilizar el número de moles del reactivo limitante para calcular la cantidad de cualquier producto de la reacción, según se requiera.

Veamos un ejemplo para encontrar el reactivo límite en una reacción química.

El peróxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) sólido se emplea en los aparatos de respiración, para capturar el gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) exhalado. Con base en la ecuación química, determinamos cuál sustancia es el reactivo limitante cuando reaccionan 70g de peróxido de sodio con 50g de gas carbónico, y establece cuántos gramos de oxígeno se producen.



### Solución:

- a) Debemos utilizar las cantidades conocidas para establecer el número de moles de cada sustancia.

Masa molecular del  $\text{Na}_2\text{O}_2 = 78 \text{ g/mol}$

Masa molecular del  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$

Transformamos los gramos de  $\text{Na}_2\text{O}_2$  en moles:

$$70 \text{ g de } \text{Na}_2\text{O}_2 \frac{1 \text{ mol de } \text{Na}_2\text{O}_2}{78 \text{ g de } \text{Na}_2\text{O}_2} = \mathbf{0.89 \text{ moles de } \text{Na}_2\text{O}_2}$$

Convertimos los gramos de  $\text{CO}_2$  en moles:

$$50 \text{ g de } \text{CO}_2 \frac{1 \text{ mol de } \text{CO}_2}{44 \text{ g de } \text{CO}_2} = \mathbf{1.13 \text{ moles de } \text{CO}_2}$$

- b) Para establecer cuál sustancia es el reactivo limitante, dividimos la cantidad de moles hallados para cada sustancia por el respectivo coeficiente que balancea la ecuación:

$$Na_2O_2 = \frac{0,89 \text{ moles de } Na_2O_2}{2} = \mathbf{0.44 \text{ moles}}$$

$$CO_2 = \frac{1,13 \text{ moles de } CO_2}{2} = \mathbf{0.56 \text{ moles}}$$

La sustancia que se encuentra en menor relación (proporción) molar es el  $Na_2O_2$  y, por lo tanto, es el reactivo limitante.

c) El reactivo limitante lo empleamos para establecer la cantidad de  $O_2$  que se produce.

A partir del factor molar entre el  $Na_2O_2$  y el  $O_2$ , según la ecuación estequiométrica:

$$0,89 \text{ moles de } Na_2O_2 \frac{1 \text{ mol de } O_2}{2 \text{ moles de } Na_2O_2} = \mathbf{0.44 \text{ moles de } O_2}$$

Transformamos los moles de  $O_2$  en gramos, para dar la respuesta.

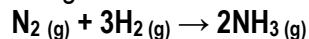
Masa molecular del  $O_2 = 32 \text{ g/mol}$ .

$$0,44 \text{ moles de } O_2 \frac{32 \text{ g de } O_2}{1 \text{ moles de } O_2} = \mathbf{14,08 \text{ g de } O_2}$$

En la reacción se obtienen 14,08 g de oxígeno.

**Resuelva el siguiente ejercicio:**

El amoníaco,  $NH_3$ , se prepara mediante la siguiente síntesis:



Si se hacen reaccionar 30 gramos de  $N_2$  con 3 gramos de  $H_2$ , ¿Cuál es el reactivo límite? ¿Cuánto de  $NH_3$  se forma?



### TRABAJA EN EL AULA. TRABAJO COOPERATIVO

Desarrolla el trabajo en tu cuaderno.

- Imagina que eres un experto en el tema de reactivo límite y te han invitado a presentar una prueba de interpretación de situaciones. En la prueba te piden que analices los ejercicios y que propongas una solución de carácter cuantitativo. Los ejercicios son los siguientes:
  1. El sulfuro de zinc ( $ZnS$ ), o blenda, sustancia para recubrir internamente las pantallas de los televisores, se obtiene por la reacción del zinc con el azufre.
    - a) ¿Cuántos gramos de sulfuro de zinc se obtienen cuando 150 g de zinc reaccionan con 100 g de azufre?
    - b) ¿Qué cantidad en gramos de sustancia queda sin reaccionar?
    - c) Proponga y balancee la reacción química.
  2. El cobre reacciona con el ácido sulfúrico según la ecuación:



Si se tienen 30 g de cobre y 200 g de  $H_2SO_4$ :

- a) ¿cuál es el reactivo limitante?
- b) ¿Qué reactivo está en exceso y en qué cantidad?

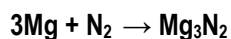
- c) ¿Cuál es la masa de  $\text{CuSO}_4$  que se forma?
- d) ¿Cuál es el número de moles de  $\text{SO}_2$  que se desprenden de la reacción?

- Después de haber terminado la primera parte, ahora te piden que hagas una interpretación de carácter cualitativo según los valores obtenidos en los ejercicios anteriores, pero te piden que debes presentar una breve descripción.
- Para finalizar la prueba te piden que debes formar grupos de tres participantes y con la ayuda de tu profesor se debe socializar toda la prueba, con el fin de que cada grupo tendrá un tiempo límite para exponer la información obtenida y así poder evaluar el trabajo cooperativo e individual.

## **C** TRABAJA EN CASA

- Realiza los siguientes ejercicios, utiliza una hoja anexa para realizar con claridad tus cálculos y presenta un trabajo escrito con la información recolectada.

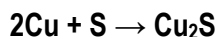
1. El nitruro de magnesio se produce mediante la siguiente reacción:



- a) ¿Cuánto de nitruro se produce a partir de 126 g de Mg y 82 g de  $\text{N}_2$ ?
- b) ¿Cuál es el reactivo en exceso y cuánto queda?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

2. Cuando se calienta Cu en presencia de S, se produce  $\text{Cu}_2\text{S}$ , como lo muestra la siguiente reacción:



- a) ¿Cuánto sulfuro de cobre,  $\text{Cu}_2\text{S}$ , se produce a partir de 100 gramos de Cu y 50 gramos de S?
- b) ¿Cuál es el reactivo límite y cuánto queda en exceso?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

3. Calcule cuántos gramos de fosfato de calcio se pueden producir a partir de la reacción entre 100 gramos de  $\text{CaCO}_3$  y 70 gramos de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , si la reacción es:

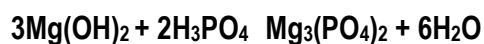


DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

4. Calcule el número de gramos de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , que sobran en la reacción del ejercicio anterior.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

5. ¿Cuántos gramos de  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$  se producen por la reacción entre 25 gramos de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  y 35 gramos de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ? La reacción es:



Además establezca cuántos gramos del reactivo en exceso sobran.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- Realiza la siguiente practica experimental en tu casa, para realizar esta práctica debes tener en casa los siguientes materiales (una vela, un vaso y un plato), una vez tengas los materiales realiza el siguiente procedimiento:

**Paso 1:** pegar la vela en el centro del plato, colócalo encima de una mesa y agrega agua dentro del plato, no hace falta que adiciones agua hasta el borde del plato.

**Paso 2:** Enciende la vela y observa cómo arde, luego tapa la vela con un vaso de vidrio y observa lo que ocurre.



**Con base en lo observado responde:**

- Describe lo que observaste

---

---

---

- ¿Qué tipo de reacción ocurre?

---

---

---

- ¿Qué sustancias químicas reaccionan, escribe la reacción química?

---

---

---

- ¿Por qué la vela se apaga?

---

---

---

- ¿Por qué el nivel del agua dentro del vaso aumenta?

---

---

---

- ¿En qué momento la reacción química se detiene?

---



---



---

- ¿Cuál de las sustancias químicas que actúan como reactivos limita la reacción?

---



---



---



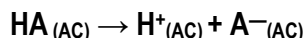
## CONTEXTUALIZA

Interpreta el siguiente enunciado y responde unas preguntas.

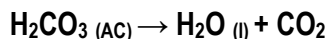
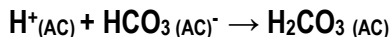
Las bebidas efervescentes, como el vino espumoso, los refrescos o algunos dulces efervescentes, deben ser familiares. También hay mezclas efervescentes en algunos medicamentos como el Alka-Seltzer.

Estas mezclas tienen dos componentes principales, uno con propiedades básicas y otro con propiedades ácidas. Las bases generalmente son bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) o de potasio ( $\text{KHCO}_3$ ). Estas sustancias son capaces de producir dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Uno de los ácidos que se utiliza es el cítrico, al que podemos representar como HA.

Al disolverse en agua, la base y el ácido se disocian de la siguiente forma:



Aquí tomamos como ejemplo el bicarbonato de sodio. El de potasio se disocia de la misma manera. Los iones hidrógeno reaccionan con los iones bicarbonato, con lo que se forma el ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) que se transforma en agua y dióxido de carbono como se observa continuación:



El dióxido de carbono gaseoso proporciona un mecanismo de agitación adecuado que asegura la disolución completa de los otros componentes de la mezcla, que pueden ser colorantes, saborizantes o el principio activo de algún medicamento.

Las bebidas efervescentes tienen un sabor ácido y picante, debido a la presencia del ácido carbónico disuelto. Esta propiedad es apreciada en el caso de las bebidas refrescantes y en otros casos sirve para enmascarar el sabor desagradable del medicamento. Con esta información:

1. ¿Podemos conocer la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se produce al disolver una tableta de Alka-Seltzer? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué contiene un Alka-Seltzer?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Averigua el contenido de un Alka-Seltzer. Con estos datos calcula la cantidad de  $\text{CO}_2$  que se producen cuando se disuelve una tableta.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. ¿Por qué crees que el Alka-Seltzer se utiliza para aliviar malestares estomacales y el dolor de cabeza?  
\_\_\_\_\_

**BIBLIOGRAFIA:**

- Ander, P., & Sonnessa A. (1982). Principios de química. Introducción a los conceptos teóricos, Editorial Limusa, México.
- Whitten., Kennet, W., & Raymond, E. (1980). Química general, tercera edición, España, McGraw Hill.



## ANEXO D: PUREZA DE LOS REACTIVOS Y PORCENTAJE DE RENDIMIENTO DE UNA REACCION QUIMICA

ACTIVIDAD N° 3: (1 SEMANA)

### OBJETIVOS:

Relacionar en una reacción química los conceptos de pureza y rendimiento.

Calcular la pureza de los reactivos y el porcentaje de rendimiento en una reacción química.



### MOTIVACION. TRABAJO INDIVIDUAL.

Lea atentamente el siguiente texto:

#### **“Origen del oxígeno en la atmósfera”**

*Se cree que la vida se originó hace unos 3700 0 3500 millones de años en el mar y que la atmósfera de aquellos tiempos no tenía oxígeno. Si bien en la actualidad no hay un acuerdo total entre los científicos acerca del origen del oxígeno, la hipótesis más aceptada se relaciona con el origen de la vida y la evolución de los organismos superiores.*

*Si las primeras plantas, capaces de realizar fotosíntesis y por tanto de producir oxígeno, se formaron y evolucionaron en el mar, las primeras moléculas de oxígeno debieron disolverse en el agua. Hoy se conoce que en el agua del mar existe más oxígeno disuelto. Sólo así pueden respirar los peces.*

*Cuando los océanos se saturaron del elemento, el oxígeno comenzó a escaparse hacia la atmósfera. A medida que la vida crecía y se expandía, también crecía y se acumulaba el oxígeno en la atmósfera.*

*La acumulación del oxígeno en el aire fue posible ya que, al comienzo de la evolución de las plantas fotosintéticas, no existían animales que consumieran el oxígeno para su respiración. Los primeros organismos capaces de respirar oxígeno fueron bacterias primitivas que dependieron de pequeñas cantidades del elemento, quizás de cantidades tan pequeñas como una centésima parte de la presente en la atmósfera actual. Este desarrollo se cree que tuvo lugar hace unos 2700 millones de años.*

*Durante muchos años, el oxígeno debió acumularse lenta y progresivamente alrededor de la tierra, mientras las cantidades del elemento producido por la fotosíntesis eran mayores que las consumidas por la respiración.*

*En algún momento antes del período cámbrico hace más o menos 1000 millones de años, el oxígeno en la atmósfera alcanzó niveles muy cercanos a los de la atmósfera actual, lo cual facilitó el rápido desarrollo de los invertebrados con caparazón. Por el resto del tiempo geológico hasta hoy, el oxígeno en la atmósfera se ha mantenido gracias a la fotosíntesis de las plantas verdes sobre los continentes y las algas verdes que pueblan las superficies de las aguas oceánicas.*

### CON BASE EN EL TEXTO RESPONDE LA SIGUIENTE PREGUNTA:

- ¿Qué factores influyen en una reacción química, para que la cantidad de producto no sea la esperada?  
¿Por qué?

---

---

---

## COMPRENDE EL CONCEPTO:

### Pureza de los reactivos:

Con frecuencia, en las prácticas de laboratorio y en los procesos industriales, los reactivos o materias primas que se emplean presentan impurezas, es decir, sustancias que acompañan al reactivo pero que no participan en la reacción o que se mezclan con los materiales, afectando su calidad y, por lo tanto, los productos que se obtienen no se encuentran en estado puro.

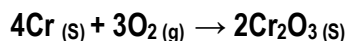
Las relaciones estequiométricas se basan en sustancias puras; por ello, antes de realizar los cálculos correspondientes, debemos estar seguros de que las cantidades que tomamos correspondan a la cantidad de material puro que contienen los reactivos empleados. La pureza de los reactivos puede calcularse a partir de la siguiente relación:

$$SP = \frac{SI * \%P}{100}$$

Dónde: SP corresponde a la sustancia pura. SI se refiere a la sustancia impura. %P equivale al porcentaje de pureza.

Veamos un ejemplo para encontrar la pureza en los reactivos.

Se hace reaccionar una muestra de 6,5 g de cromo del 75% de pureza con 20 g de Oxígeno del 90 % de pureza. ¿Cuántos gramos de óxido de cromo (III) pueden producirse? ¿Qué cantidad de moles de reactivo quedan al terminar la reacción?



**Solución:** calculamos la cantidad de sustancia para cada material, aplicando la ecuación:

$$SP = \frac{SI * \%P}{100}$$

$$Cr = SP = \frac{6.5 g * 75\%}{100\%} = 4.87 g \text{ de Cr puro}$$

$$O_2 = SP = \frac{20 g * 90\%}{100\%} = 18 g \text{ de } O_2 \text{ puro}$$

Empleamos las cantidades conocidas para calcular el número de moles:

Masa molecular del Cr = 52 g/mol.

Masa molecular del O<sub>2</sub> = 32 g/mol

Transformamos los gramos de cada sustancia en moles:

$$4,87 g \text{ de Cr} \frac{1 \text{ mol de Cr}}{52 g \text{ de cr}} = 0,09 \text{ moles de Cr}$$

$$18 \text{ g de } O_2 \frac{1 \text{ mol de } O_2}{32 \text{ g de } O_2} = \mathbf{0,56 \text{ moles de } O_2}$$

Establecemos cuál sustancia es el reactivo límite, dividiendo la cantidad de moles hallados por el coeficiente que balancea la ecuación:

$$Cr = \frac{0,09 \text{ moles}}{4} = \mathbf{0,02 \text{ moles}} \qquad O_2 = \frac{0,56 \text{ moles}}{3} = \mathbf{0,18 \text{ moles}}$$

El reactivo límite es el cromo, puesto que es la sustancia que está en menor relación molar. Con éste calculamos la cantidad de  $Cr_2O_3$  que se produce.

Establecemos el factor molar entre el Cr y el  $Cr_2O_3$ .

$$0,09 \text{ moles de } Cr \frac{1 \text{ mol de } Cr_2O_3}{4 \text{ moles de } Cr} = \mathbf{0,045 \text{ moles de } Cr_2O_3}$$

Transformamos las moles de  $Cr_2O_3$  en gramos:

Masa molecular del  $Cr_2O_3 = 152 \text{ g/mol}$

$$0,045 \text{ moles de } Cr_2O_3 \frac{152 \text{ g de } Cr_2O_3}{1 \text{ mol de } Cr_2O_3} = \mathbf{6,84 \text{ g de } Cr_2O_3}$$

Como hay que calcular la cantidad de reactivo en exceso, establecemos el factor molar entre Cr y el  $O_2$ :

$$0,09 \text{ moles de } Cr \frac{3 \text{ mol de } O_2}{4 \text{ moles de } Cr} = \mathbf{0,06 \text{ moles de } O_2}$$

Como inicialmente tenemos 0,56 moles de  $O_2$  y se consumieron 0,06 moles, la cantidad de moles en exceso es:

$$0,56 \text{ moles } O_2 - 0,06 \text{ moles de } O_2 = 0,5 \text{ moles de } O_2.$$

Se producen 6,84 g de  $Cr_2O_3$  y quedan sin reaccionar 0,5 moles de  $O_2$ .

### Resuelva el siguiente ejercicio:

La combustión del octano, uno de los componentes de la gasolina, obedece a la siguiente reacción química:



¿Cuántos gramos de gas carbónico del 60% de pureza se podrán obtener al quemar 1,5 moles de octano con 6,5 moles de oxígeno?

### Rendimiento o eficiencia de una reacción:

En la mayoría de procesos industriales y en el cuerpo humano, por el metabolismo, las reacciones que se llevan a cabo no obtienen un cien por ciento de eficiencia. Esto se debe a que se producen reacciones secundarias o intermedias, es decir, la reacción no termina; por esta razón, el reactivo límite no se transforma completamente en productos, los reactivos utilizados contienen impurezas, originando una cantidad menor de productos que la determinada a partir de la estequiometría de la reacción. El

rendimiento obtenido se conoce con el nombre de **rendimiento** o **producido real**, y aquél que se esperaba, **rendimiento** o **producido teórico**.

- **Rendimiento teórico:** **Máxima** cantidad de producto que puede obtenerse con el reactivo límite; se obtiene de los datos expresados en la ecuación y corresponde al cien por ciento de eficiencia de la reacción.
- **Rendimiento real:** cantidad que se obtiene experimentalmente en una reacción química; siempre es menor que el rendimiento teórico.

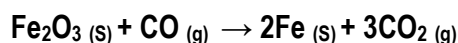
El rendimiento o eficiencia de un proceso o de una reacción es la relación entre el producto real y el producto teórico; se expresa a manera de porcentaje.

$$\%Ef = \frac{P_R}{p_T} \times 100$$

Dónde: %Ef corresponde al porcentaje de eficiencia o porcentaje de rendimiento.  $P_R$  hace referencia al producto real o experimental.  $P_T$  equivale al producto teórico:

Veamos un ejemplo para encontrar el rendimiento real y el teórico.

Una de las reacciones primarias en la refinación del hierro, en un alto horno, es la del óxido de hierro (III) ( $Fe_2O_3$ ) o hematita con el monóxido de carbono (CO); la ecuación balanceada es:



Si la reacción da un rendimiento del 94%. ¿Cuánto hierro puede obtenerse de 4 toneladas de óxido de hierro (III)?

**Solución:** Primero transformamos las toneladas en gramos:

$$4 \text{ ton} \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 4 \times 10^6 \text{ g de } Fe_2O_3$$

Peso Molecular del  $Fe_2O_3 = 159,7 \text{ g/mol}$

Ahora, transformamos los gramos en moles:

$$4 \times 10^6 \text{ g de } Fe_2O_3 \frac{1 \text{ mol de } Fe_2O_3}{159,7 \text{ g de } Fe_2O_3} = 2,5 \times 10^4 \text{ moles de } Fe_2O_3$$

Establecemos el factor molar entre el  $Fe_2O_3$  y el Fe.

$$2,5 \times 10^4 \text{ moles de } Fe_2O_3 \frac{2 \text{ moles de } Fe}{1 \text{ mol de } Fe_2O_3} = 5 \times 10^4 \text{ moles de } Fe$$

Transformamos los moles de Fe en gramos:

Peso atómico del Hierro (Fe) = 55,8 g/mol

$$5 \times 10^4 \text{ moles de Fe} \frac{55,8 \text{ g de Fe}}{1 \text{ mol de Fe}} = 2,79 \times 10^6 \text{ g de Fe}$$

El producto teórico es  $2,79 \times 10^6$  g de Fe.

El producto real lo hallamos de la relación:

$$\%Ef = \frac{P_R}{p_T} \times 100$$

Despejamos el producto real

$$P_R = \frac{\%Ef \times p_T}{100}$$

$$P_R = \frac{2,79 \times 10^6 \text{ g de Fe} \times 94\%}{100} = 2,62 \times 10^6 \text{ g de Fe}$$

Como debemos expresar la respuesta en toneladas:

$$2,62 \times 10^6 \text{ g de Fe} \frac{1 \text{ kg de Fe}}{1000 \text{ g de Fe}} \frac{1 \text{ Ton de Fe}}{1000 \text{ Kg de Fe}} = 2,62 \text{ Ton de Fe}$$

A partir de 4 toneladas de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  se obtienen 2,62 toneladas de Fe.

**Resuelve el siguiente ejercicio:**

Un mechero quema propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), según la siguiente reacción:



Cuando arden 30 g de propano, ¿Cuántas moles de oxígeno se consumen? ¿Cuántas moles de agua se producen si la eficiencia de la reacción es del 90%?

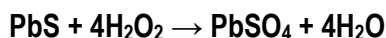
## TRABAJA EN EL AULA. TRABAJO COOPERATIVO



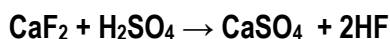
Desarrollar la siguiente actividad en el cuaderno

➤ Imagina que eres un experto en el tema de pureza y porcentaje de rendimiento en reacciones químicas y te han invitado a presentar una prueba de este tipo de situaciones. En la prueba te piden que analices los ejercicios y que propongas una solución de carácter cuantitativo. Los ejercicios son los siguientes:

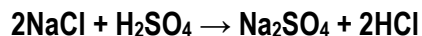
1. Calcule el rendimiento teórico para el  $\text{PbSO}_4$ , a partir de 0,20 gramos de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en la siguiente reacción:



2. ¿Cuántos gramos de ácido fluorhídrico se pueden obtener a partir de 200 gramos de fluoruro de calcio del 90% de pureza? La reacción que describe es la siguiente:



3. ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico se obtienen por la reacción de 400 gramos de NaCl de 80% de pureza con un exceso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ¿Cuál fue el rendimiento de la reacción si se recogieron 190 gramos de HCl?



- Después de haber terminado la primera parte, ahora te piden que hagas una interpretación de carácter cualitativo según los valores obtenidos en los ejercicios anteriores, pero te piden que debes presentar una breve descripción.

---



---



---

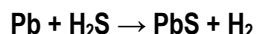
- Para finalizar la prueba te piden que debes formar grupos de tres participantes y con la ayuda de tu profesor se debe socializar toda la prueba, con el fin de que cada grupo tendrá un tiempo límite para exponer la información obtenida y así poder evaluar el trabajo cooperativo e individual.



### TRABAJO EXTRA CLASE.

- Realiza los siguientes ejercicios, utiliza una hoja anexa para realizar con claridad tus cálculos y presenta un trabajo escrito con la información recolectada.

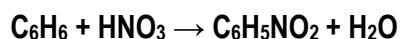
1. El plomo y el ácido sulfhídrico reaccionan para producir sulfuro de plomo e hidrógeno, según la siguiente reacción:



¿Cuál es el rendimiento teórico del PbS al hacer reaccionar 0,4 gramos de H<sub>2</sub>S y 2.0 gramos de Pb?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

2. El benceno reacciona con el HNO<sub>3</sub> para producir nitrobenceno, según la siguiente reacción:



Si en un proceso de nitración de benceno se obtienen 36,0 gramos de nitrobenceno a partir de 312 gramos de  $C_6H_6$ .

- ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento de la reacción?
- Calcule la cantidad de nitrobenceno que se produce a partir de 30 gramos de benceno en la reacción anterior, si su rendimiento es del 70%.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- ¿Cuántos gramos de  $Na_2SO_4$  se pueden producir a partir de 750 gramos de  $NaCl$  de 88% de pureza?

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- ¿Cuánto disulfuro de carbono,  $CS_2$ , se puede producir a partir de 540 gramos de  $SO_2$  cuando se hacen reaccionar con un exceso de  $C$ , si el rendimiento de la reacción es del 82%? Proponga y balancee la ecuación.

DATOS	OPERACIONES	RESULTADO

- Calcule la cantidad de óxido de calcio,  $CaO$ , que puede obtenerse por calentamiento de 200 gramos de un mineral de calcio que contiene 95% de  $CaCO_3$  según la siguiente reacción:



DATOS	OPERACIONES	RESULTADO



## CONTEXTUALIZA

# Utilicemos el medio tecnológico para determinar el reactivo límite y el porcentaje de rendimiento de una reacción química

1. Ingrese a la página: Química - Simulaciones PhET - PhET - University of Colorado Boulder (<http://phet.colorado.edu/es/simulations/category/chemistry>) y haga clic sobre la página web de la simulación que desea iniciar; en este caso reactivos productos y sobrantes; dar click para ir a la página de descarga.
2. Una vez descargada la página se procederá a ingresar a la tienda de sándwiches y para cada uno de los ejercicios se debe determinar cuál de los componentes es el reactivo límite y el reactivo en exceso. Una vez terminados con los ejercicios se debe enviar un pantallazo al correo asignado por el docente.
3. En las reacciones reales propuestas por el programa identifica:
  - a.) Según la reacción para la producción de agua, cuánta cantidad de agua se forma a partir de 40 g de hidrógeno y 20 g de oxígeno.
  - b.) Si en el laboratorio se determinó que el producto real es de 13.59 g de agua, cual es el porcentaje de rendimiento de la reacción.
  - c.) Utiliza la siguiente tabla para registrar los datos obtenidos y en una hoja anexa debes entregársela al profesor.


Reactivos	Productos	Reactivo límite	Cantidad de producto (g)	% de rendimiento de la reacción

- Para las otras reacciones reales utiliza las mismas cantidades y el mismo diseño de la tabla y al finalizar con el trabajo se debe entregar una hoja anexa y adicionalmente enviar un pantallazo al correo asignado por el docente.
- En la siguiente dirección electrónica [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/index.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/index.html), encontrarás una aplicación web interactiva de fácil manejo y divertida, donde realizarás los ejercicios propuestos en la sección: La estequiometría en las reacciones químicas, con el fin de que al finalizar la actividad presentes la respectiva socialización ante todos los compañeros y poder evaluar el trabajo individual y cooperativo.

**BIBLIOGRAFIA:**

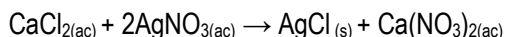
- Ander, P., & Sonnessa A. (1982). Principios de química. Introducción a los conceptos teóricos, Editorial Limusa, México.
- Whitten., Kennet, W., & Raymond, E. (1980). Química general, tercera edición, España, McGraw Hill.

## ANEXO E: CUESTIONARIO APRENDIZAJE ESTEQUIOMETRIA

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA GRAN COLOMBIA MANIZALES – CALDAS</b>	CODIGO VERSIÓN	DIRP4C1 DE 2014
	<b>CUESTIONARIO FINAL DOS ESTEQUIOMETRIA AREA: CIENCIAS NATURALES (QUIMICA) DOCENTE: Cristian Fernando Mantilla C</b>	PAGINA	2
Nombre _____ Grado _____ Fecha _____			

Querido estudiante: en el siguiente cuestionario encuentras una serie de preguntas relacionadas con el tema de estequiometria, dichas preguntas son de selección múltiple con única respuesta, es decir, se presenta un enunciado con cuatro opciones de respuesta de las cuales solo una es correcta. Contesta cada una de las preguntas planteadas de manera individual, con mayor honestidad, con tranquilidad y con confianza de acuerdo con lo que aprendiste.

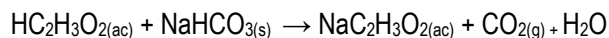
1. El cloruro de calcio reacciona con nitrato de plata para producir un precipitado de cloruro de plata, según la siguiente reacción química:



En un experimento se obtienen 1.864 g de precipitado. Si el rendimiento teórico del cloruro de plata es 2.45 g. ¿Cuál es el porcentaje de rendimiento de la reacción?

- a. 58.6%                      b. 30.0%                      c. 76.1%                      d. 131.0%

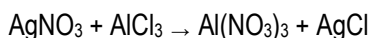
2. El vinagre ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) y la soda ( $\text{NaHCO}_3$ ) reaccionan produciendo burbujas de gas (dióxido de carbono), según la siguiente reacción química:



Si 5.00 g de vinagre reaccionan con 5.00 g de soda. ¿Cuál es el reactivo limitante?

- a.  $\text{NaHCO}_3$                       b.  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$                       c.  $\text{H}_2\text{O}$                       d.  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$

3. Qué masa de cloruro de plata se puede preparar a partir de la reacción de 4.22 g de nitrato de plata con 7.73 g, según la siguiente reacción química: (No olvide balancear la reacción química).

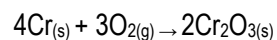


- a. 5.44 g                      b. 3.56 g                      c. 14.6 g                      d. 24.22 g

4. En la reacción  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ , ¿cuántos gramos de  $\text{HNO}_3$  se pueden formar cuando se permite que reaccionen 1.00 g de  $\text{NO}_2$  y 2.25 g de  $\text{H}_2\text{O}$ ?

- a. 0.913 g                      b. 0.667 g                      c. 15.7 g                      d. 1.37 g

5. Se hace reaccionar una muestra de 6,5 gramos de cromo del 75% de pureza con 20 gramos de oxígeno del 90% de pureza, según la siguiente reacción:



¿Cuántos gramos de óxido de cromo (III) puede producirse y cuántas moles de reactivo en exceso quedan al terminar la reacción?

- a. 7,11g y 0,49 moles      b. 3.55g y 0.023 moles      c. 15,76g y 0.49 moles      d. 7,11g y 0,56 moles.

### HOJA DE RESPUESTAS

No Pregunta	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

## **ANEXO F: FOTOS GENERALES**



**APLICACIÓN PRE – TEST GRUPO EXPERIMENTAL**



**APLICACIÓN PRE – TEST GRUPO CONTROL**



**APLICACIÓN ACTIVIDAD No 1 GRUPO EXPERIMENTAL**



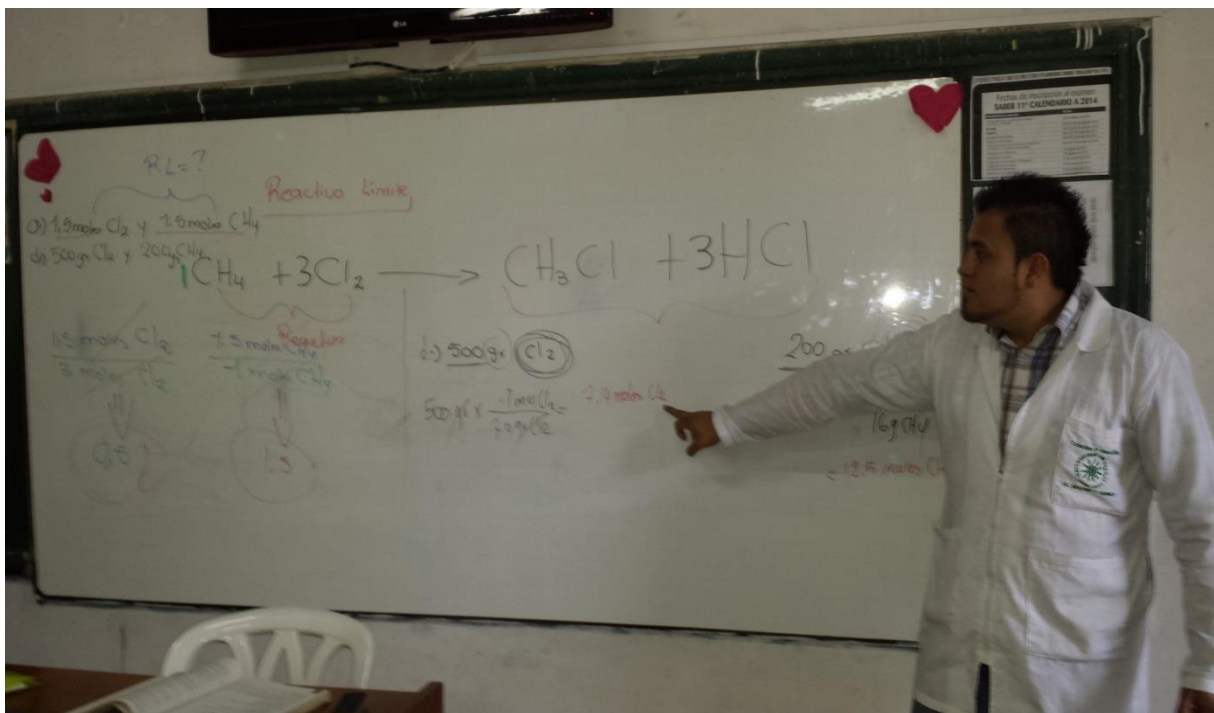
**APLICACIÓN ACTIVIDAD No 2 GRUPO EXPERIMENTAL**



**APLICACIÓN ACTIVIDAD No 3 GRUPO EXPERIMENTAL**



**APLICACIÓN METODOLOGIA TRADICIONAL GRUPO CONTROL**



**APLICACIÓN METODOLOGIA TRADICIONAL GRUPO CONTROL**



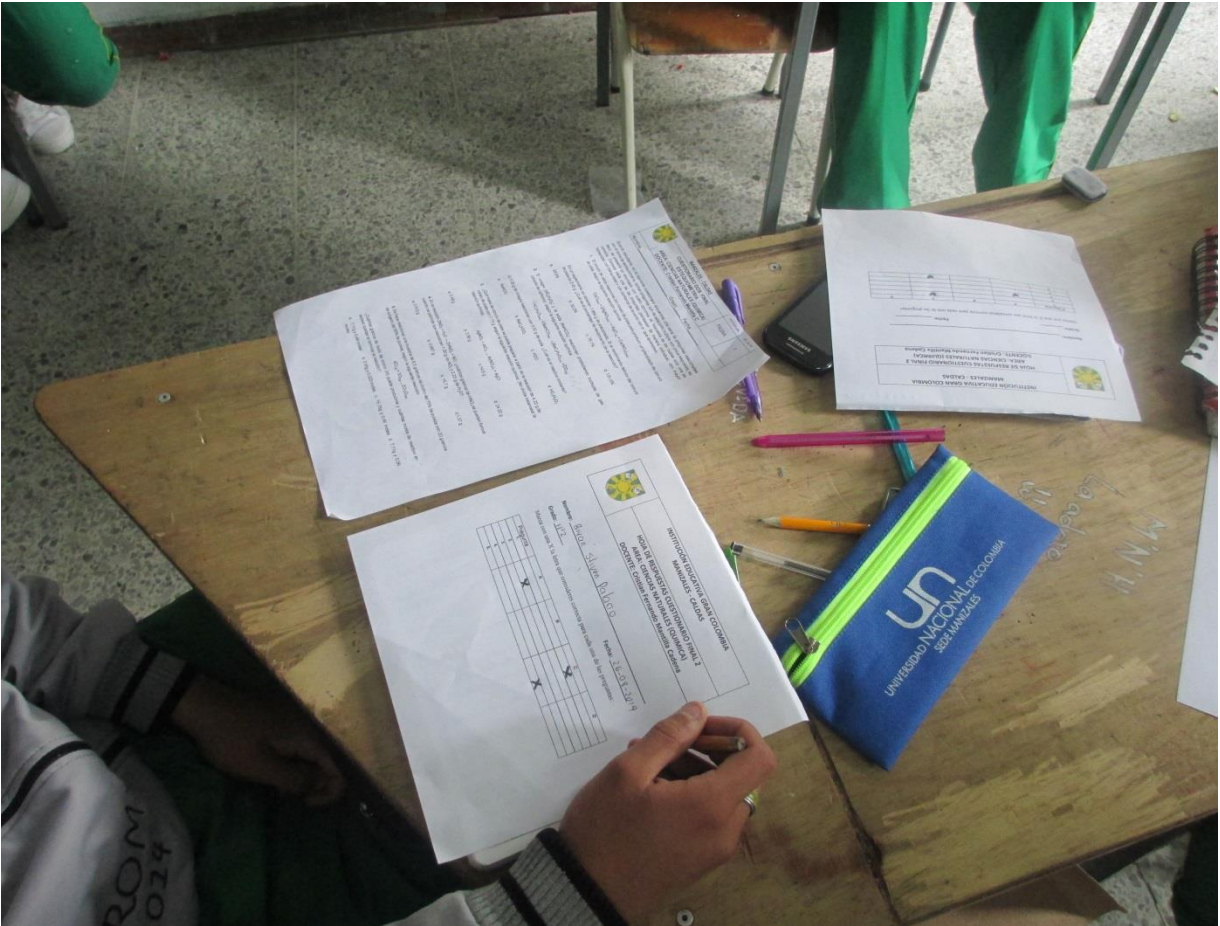
**APLICACIÓN POST - TEST UNO GRUPO EXPERIMENTAL**



**APLICACIÓN POST – TEST UNO GRUPO CONTROL**



**APLICACIÓN POST – TEST DOS GRUPO EXPERIMENTAL**



**APLICACIÓN POST – TEST DOS GRUPO CONTROL**



**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO CONTROL**