



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

ENSEÑANZA DE LA ESTEQUIOMETRIA CON UN
ENFOQUE SISTEMICO

Estudio de casos

WALTER EUGENIO DEL VALLE MONTOYA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS
Medellín – Colombia
2012

ENSEÑANZA DE LA ESTEQUIOMETRIA CON UN ENFOQUE SISTEMICO

Estudio de casos

WALTER EUGENIO DEL VALLE MONTOYA

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Director:

Químico MSc. Orlando Simón Ruiz Villadiego

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
Medellín – Colombia
2012**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la construcción de un modelo de enseñanza de la estequiometría empleando un enfoque sistémico, con base en el estudio de casos, la población escogida fue la de la Institución Educativa Antonio José de Sucre, del Municipio de Itagüí.

El diseño de la propuesta pretende demostrar la asimilación de conceptos en un proceso enseñanza-aprendizaje usando un método basado en el estudio de casos con una postura constructivista, donde los estudiantes interiorizan los conceptos por medio de mapas conceptuales los cuales se comparan, se corrigen y socializan, para luego pasar a la aplicación de dichos conceptos en casos concretos donde el estudiante accede al laboratorio y aplica los conceptos ya aprendidos a través de prácticas bien documentadas y donde cada paso a realizar esta mediado por conocimientos previos articulados entre si y no de forma aleatoria, al final se espera que los estudiantes entiendan y comprendan tanto el concepto macro como micro del tema propuesto.

Palabras clave: Estequiometría, mapas conceptuales, teoría de sistemas

**THE STOICHIOMETRY TEACHING WITH SYSTEMIC APPROACH
CASE STUDY**

ABSTRACT

This work aims build a model of teaching of the estequiometry under sistemic approach based on studies of the cases,the population chosen was of the Antonio Jose de Sucre school,in itagui city.

The design of the proposal to demonstrate the asimilation of the concepts in a process teaching-learning using a method based on the studies of the cases with a constructivist approach,where the students internalize the concepts by using of conceptual maps which are comparades,corrected and socialize,for next turn to the application of these concepts in specific cases where the student enters the lab and applicase the concepts and practices learned through well documented and where each step to perform is mediated by prior knowledge articulated with each other and not so random, in the end it is expected that students understand and understand both the macro and micro concept of theme.

Keywords: stoichiometry, concept maps, systems, Systems Theory

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
METODOLOGÍA.....	8
POBLACIÓN Y MUESTRA	8
1. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	9
1.1. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS DATOS.	9
1.2. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....	11
1.2.1. DEFINIR EL MARCO CONCEPTUAL QUE PERMITA EXPLICAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS, BASADOS EN LA COMPRESIÓN DE LAS RELACIONES ESTRUCTURA-PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS QUE LOS COMPONEN.....	11
1.3.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.....	13
1.3.2. ANALISIS DEL PRIMER CUESTIONARIO DE CONCEPTOS BÁSICOS	15
2.1. ESTUDIO DE CASO 1: FERMENTACIÓN DE AZUCARES POR LAS LEVADURAS	29
2.1.1. MARCO CONCEPTUAL.....	30
2.1.2. MICROORGANISMO IMPLICADO.....	30
2.1.3. SUSTANCIAS IMPLICADAS	31
2.1.4. METODOLOGÍA.....	32
2.1.4.1. MATERIALES	32
2.1.4.2. PROCEDIMIENTO	32
2.1.5. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS.....	33
2.1.6. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL	35
2.1.7. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO	35

2.2.	ESTUDIO DE CASO 2: PRODUCCIÓN DE JABÓN	37
2.2.1.	MARCO CONCEPTUAL	38
2.2.2.	JABONES.....	38
2.2.3.	SUSTANCIAS IMPLICADAS	38
2.2.4.	METODOLOGÍA Y DESCRICCIÓN	40
2.2.4.1.	MATERIALES.....	40
2.2.4.2.	PROCEDIMIENTO	40
2.2.5.	CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS	41
2.2.6.	ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL	42
2.2.7.	ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO	43
2.3.	ESTUDIO DE CASO 3: PRODUCCIÓN DE CO ₂ A PARTIR DE CARBONATO DE CALCIO	44
2.3.1.	MARCO CONCEPTUAL.....	45
2.3.2.	SUSTANCIAS IMPLICADAS	45
2.3.3.	METODOLOGÍA.....	45
2.3.3.1.	MATERIALES.....	45
2.3.3.2.	PROCEDIMIENTO	46
2.3.4.	CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS.....	47
2.3.5.	ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL	49
2.3.6.	ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO.....	49
2.4.	ESTUDIO DE CASO 4: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL CALCIO PRESENTE EN UNA SOLUCIÓN.....	50
2.4.1.	MARCO CONCEPTAL.....	51
2.4.2.	SUSTANCIAS IMPLICADAS	51
2.4.3.	METODOLOGÍA.....	52
2.4.3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS	52
2.4.3.2.	PROCEDIMIENTO	52
2.4.4.	CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS	53

2.4.5. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL	54
2.4.6. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO	55
CONCLUSIONES.....	56
Bibliografía	58
ANEXO 1.....	60
ANEXO 2.....	61
ANEXO 3.....	62
ANEXO 4.....	63
ANEXO 5.....	66
ANEXO 6.....	67

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: CUESTIONARIO SABERES PREVIOS 11º1.....	14
TABLA 2 : CUESTIONARIO SOBRE SABERES PREVIOS 11º2.....	15
TABLA 3 : NOTAS OBTENIDAS AL VALORAR EL PRIMER CUESTIONARIO DE ESTEQUIOMETRIA PARA 11º1 Y 11º2.....	17
TABLA 4: IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES TENIENDO EN CUENTA SUS VALORES PROPIOS Y EL PORCENTAJE DE VARIANZA EXPLICADA, PARA LOS GRUPOS 11º1 Y 11º2, AL ANALIZAR EL PRIMER CUESTIONARIO.....	17
TABLA 5 : COMPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA LOS GRUPOS 11º1 Y 11º2, TENIENDO EN CUENTA EL PRIMER CUESTIONARIO.....	19
TABLA 6: NOTAS OBTENIDAS AL VALORAR EL SEGUNDO CUESTIONARIO DE ESTEQUIOMETRIA EN LOS GRUPOS 11º1 Y 11º2.....	24
TABLA 7 : IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES TENIENDO EN CUENTA SUS VALORES PROPIOS Y EL PORCENTAJE DE VARIANZA EXPLICADA, PARA LOS GRUPOS 11º1 Y 11º2, AL ANALIZAR EL SEGUNDO CUESTIONARIO.....	24
TABLA 8 : COMPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA LOS GRUPOS 11º1 Y 11º2, TENIENDO EN CUENTA EL SEGUNDO CUESTIONARIO.	25

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1 : GRÁFICO DE SEDIMENTACIÓN PARA 11°1 Y 11°2.....	18
GRÁFICA 2 : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EL MARCO DE REFERENCIA DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES: 1, 2, 3 Y 4 PARA 11°1.....	20
GRÁFICA 3 A Y 3 B: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EL MARCO DE REFERENCIA DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES: 1, 2, 3 Y 4 PARA 11°2.....	21
GRÁFICA 4: GRÁFICO DE SEDIMENTACIÓN PARA 11°1 Y 11°2, AL VALORAR EL SEGUNDO CUESTIONARIO SOBRE ESTEQUIOMETRÍA.....	25
GRÁFICA 5 : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EL MARCO DE REFERENCIA DE LOS COMPONENTES 1, 2, 3 Y 4 PARA 11°1.....	26
GRÁFICA 6 : DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EL MARCO DE REFERENCIA DE LOS COMPONENTES 1, 2, 3 Y 4 PARA 11°2.....	27
GRÁFICA 7: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESTUDIANTES EN EL PLANO DEFINIDO POR LAS COMPONENTES 1 Y 2 PARA 11°2.....	28
GRÁFICA 8: MAPA CONCEPTUAL –FERMENTACIÓN DE AZUCARES POR LAS LEVADURAS.	29
GRÁFICA 9 : CURVA DE CALIBRACIÓN PARA PREDECIR LA CONCENTRACIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA DENSIDAD DE	34
GRÁFICA 10 : CURVA DE CALIBRACIÓN PARA PREDECIR LA CONCENTRACIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA DENSIDAD DE SOLUCIONES ACUOSAS (CÁLCULO MANUAL).	34
GRÁFICA 11: MAPA CONCEPTUAL – PRODUCCIÓN DE JABÓN.....	37
GRÁFICA 12: MAPA CONCEPTUAL – PRODUCCIÓN DE CO ₂	44
GRÁFICA 13 : MAPA CONCEPTUAL PARA DETERMINACIÓN CALCIO SOLUBLE.	50

LISTA DE IMÁGENES

ILUSTRACIÓN 1 : GRUPO CONTROL 11°1	10
ILUSTRACIÓN 2 : GRUPO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO 11°2.....	12
ILUSTRACIÓN 3 : SOCIALIZACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES 11°2.....	12
ILUSTRACIÓN 4 : ESTUDIANTES DE 11°2 REALIZANDO LA MEDICIÓN DE LA DENSIDAD DE LAS SOLUCIONES ALCOHÓLICAS Y LA DESTILACIÓN DEL ETANOL	36
ILUSTRACIÓN 5 : REACCIÓN DE SAPONIFICACIÓN.....	39
ILUSTRACIÓN 6 : LABORATORIO DE SAPONIFICACIÓN, PROCESO DE SEPARACIÓN DEL JABÓN MEDIANTE FILTRACIÓN.....	43
ILUSTRACIÓN 7: MEDICIÓN DEL CO ₂ Y VERIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CARBONICO.....	49
ILUSTRACIÓN 8: MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL CALCIO SOLUBLE EN UNA MUESTRA PROBLEMA, MEDIANTE UNA TITULACIÓN REDOX.....	55

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han formulado un sin número de alternativas en aras del mejoramiento académico tanto en nuestras escuelas básicas, secundaria, media y aun en los cursos de pregrado en las Universidades, dichas alternativas, van desde las actividades conductistas clásicas, que en muchas ocasiones se encuentran maquilladas con elementos que las hacen aparecer como constructivistas, hasta las más constructivistas, adornadas de mil alternativas didácticas que procuran agradar a los estudiantes en los cursos, dichas prácticas si bien tienen un gran valor en cuanto a la didáctica que se usa, también adolecen de fundamentos teóricos no menos importantes.

El modelo colombiano desde décadas pasadas y apoyado por las misiones Alemanas que reorientaron el quehacer educativo en nuestro país, ha desarrollado un particular modelo educativo que con el tiempo se ha convertido en un instrumento basado en la solución de pruebas de múltiple escogencia y que atienden más a equiparar nuestros niveles educativos con los de los países desarrollados, que a desarrollar prácticas educativas verdaderas que lleven a nuestros estudiantes a discernir en cada uno de los temas tratados, esto se observa en las llamadas pruebas externas, siendo la más representativa a nivel internacional la conocida como Piza, que pretenden estandarizar y valorar los conocimientos y, donde se ha demostrado la baja calidad de la educación que se imparte en nuestro país.

Uno de los problemas más dicientes en el proceso educativo en especial en la básica y la media, es el que corresponde a la asimilación de conceptos, en especial en las llamadas ciencias fácticas; en las cuales los conceptos no siempre están articulados coherentemente y en especial donde los resultados dependen de teorías, hipótesis y procedimientos rigurosos, para el caso de la estequiometría que es el que nos interesa se han implementado diferentes estrategias didácticas en especial las que hacen referencia a los adelantos tecnológicos propios de cada época y aunque se pretende hacer creer que dichas prácticas educativas son de carácter constructivista, bien sabemos que seguimos aplicando los viejos modelos conductistas.

Es por esto que se propone romper el viejo paradigma en la enseñanza de la química y en especial de la estequiometría abordando un modelo más integrador, capaz de ir de lo general a lo particular y abandonar el viejo esquema del cual nos expresa Moreno Ramírez, et.al “Tradicionalmente la estequiometría se ha enseñado desde una perspectiva algorítmica de ejercicios de aplicación, los cuales se toman de los libros de texto que habitualmente se utilizan como apoyo en la enseñanza de la química y desde ecuaciones químicas que se plantean en pruebas de lápiz y papel, cuyo contenido abstracto es conocido por los profesores de química pero que no es muy comprendido por los estudiantes” (Moreno, Herreño, Giraldo, Fuentes, & Casas, 2009) y termina enfatizando que la enseñanza de una ciencia fáctica, debe basarse en experiencias reales; al citar un texto de Aragón “La observación macroscópica de una reacción química con la formación de precipitados que se pueden medir directamente y de forma sencilla puede hacer de la enseñanza de la estequiometría algo agradable y cercano a los estudiantes en razón a la gran capacidad de asombro que poseen” (Moreno, Herreño, Giraldo, Fuentes, & Casas, 2009).

Ahora bien el caso de la estequiometría es una de las aplicaciones que se le quiere dar al modelo y que en términos de Karen L. Evans representa uno de los conceptos más difíciles de aprender en química ya que “es el producto químico del álgebra que conecta las características macroscópicas con las interacciones submicroscópicas del dominio mediante el uso de un conjunto de símbolos abstractos”. (Evans, Yaron, & Leinhardt, 2008).

Al respecto escriben Vilches y Gil Pérez “Para estudiar una reacción es esencial conocer qué sustancias intervienen y cuáles se forman. Ya no basta con hablar de masa (es decir, de cantidad de materia en general), sino que es preciso referirse a cantidades de sustancias específicas” (Vilches & Gil, 2010) y esto obedece al hecho de que cuando abordamos el tema de reacciones químicas y por lo tanto del aspecto estequiométrico como tal, asumimos de forma muy simple ambos conceptos, sin detenernos a cuestionar si al hablar de gramos introyectamos los términos, de solo masa o a cantidad de sustancia, peor aún, se nos dificulta en muchos casos entender la diferencia, por lo cual terminamos tratando ambos términos de igual forma y significado.

Es por esto que se pretende aplicar un modelo que pueda ser reproducible para otros temas y otras disciplinas, el cual permita abordar el conocimiento de forma articulada con otras áreas del conocimiento y nutrirse de ellas, incluso abordando el desarrollo epistemológico y que para el caso de la química resultaría atractivo, dado el número de acontecimientos que ilustran su desarrollo, esta alternativa se deja evidenciar en los argumentos que exponen Furio y Azcona, cuando plantean la necesidad de abordar la química no solo desde la perspectiva numérica, si no desde el desarrollo del concepto mismo y al respecto expresan que “sin embargo, es necesario tener presente que la plena aceptación, a principios del siglo XX, de la teoría atómico-molecular para interpretar los cambios químicos fue la principal

razón que llevo a la comunidad científica internacional a introducir la magnitud cantidad de sustancia” (Furió, 2004)

Frente a esto se han desarrollado trabajos que justifican la aplicación del modelo propuesto; por ejemplo, Ramírez plantea que “La educación tradicional desde los primeros años de estudios hasta el nivel de postgrado ha formado estudiantes que comúnmente se encuentran poco motivados y hasta aburridos con su forma de aprender, se les obliga a memorizar una gran cantidad de información, mucha de la cual se vuelve irrelevante en el mundo exterior a la escuela o bien en muy corto tiempo, se presenta en los alumnos el olvido de mucho de lo aprendido y gran parte de lo que logran recordar no puede ser aplicado a los problemas y tareas que se les presentan en el momento de afrontar la realidad. Como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos alumnos presentan incluso dificultad para razonar de manera eficaz y al egresar de la escuela, en muchos casos, encuentran conflicto para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios y al puesto que ocupan, de igual forma se puede observar en ellos la dificultad para realizar tareas trabajando de manera colaborativa”. (Ramírez, 2010).

Pero la pretensión del método es llegar a cualquier tema y en cualquier asignatura, llámese ciencia exacta o las que están bajo el cobijo de las humanísticas, lo cierto del caso es que para el tema concreto que aquí se trata y el cual se tomó por la dificultad que su comprensión a significado para estudiantes y profesores de todas las épocas, esperamos tenga una respuesta significativa en los saberes de cada uno de los estudiantes del grupo donde se aplicará.

Es por esto, que en este trabajo se pretende ensayar una de las corrientes menos estudiada en nuestro país y que corresponde a la teoría de sistemas basada en estudio de casos, que se apoya de forma teórica en la corriente constructivista de Ausbel, y la cual se espera aporte soluciones a la difícil labor de la enseñanza en nuestro medio, atendiendo al objetivo general de construir un modelo pedagógico capaz de satisfacer los intereses múltiples de nuestros estudiantes, a través de la definición de un marco conceptual que permita articular lo macro con lo micro haciendo uso de un número determinado de casos que se traducen en la aplicación de marcos conceptuales llevados a la práctica mediante experimentos que permiten la manipulación de los componentes de un sistema para la obtención de resultados tangibles y medibles.

MARCO TEORICO

Con el auge creciente en la última década de las llamadas TICs y la globalización del conocimiento a través de la red, se ha producido una marcada tendencia a superar la dificultad en la comprensión de conceptos que como los de la estequiometría y las reacciones que en ella se tratan, ha resultado ser un verdadero dolor de cabeza para los docentes que imparten dichas cátedras.

¿Pero a que podemos llamar didáctica de las Ciencias Naturales? y ¿Que ventaja representa para los estudiantes y más aún que alternativas pedagógicas podemos asumir como mediadoras entre el conocer y el enseñar?

Si se quiere abordar una propuesta cualquiera, se debe contar con un soporte teórico que sustente la propuesta misma y la dinamice, de tal manera que nos permita explicar desde una postura pedagógica lo que se pretende conseguir con el aprendizaje de nuestros estudiantes, pues hasta hoy la enseñanza de la estequiometría en especial, es como lo escribió Karen L. Evans en su tesis de doctorado “una pedagogía pasiva que se compone de estudiantes leyendo, escuchando, observando, memorizando hechos sin cuerpo” (Evans, Yaron, & Leinhardt, 2008).

Con respecto a lo anterior una postura constructivista, es la visión más adecuada para abordar el tema que nos concierne, incluso el mismo Gérard Vergnaud, define su teoría de los campos conceptuales desde una posición claramente constructivista, como el mismo lo expresa cuando escribe “La teoría de los campos conceptuales es una teoría cognitivista, que pretende proporcionar un marco coherente y algunos principios de base para el estudio del desarrollo y del aprendizaje de competencias complejas, especialmente las que se refieren a las ciencias y las técnicas. Debido a que ofrece un marco para el aprendizaje, es de interés para la didáctica. Su principal finalidad es la de proporcionar un marco que permita comprender las filiaciones y las rupturas entre conocimientos, en los niños y los adolescentes, entendiendo por “conocimientos” tanto los saber-hacer como los saberes expresados.” (Vergnaud, 1990).

Para cumplir con nuestro fin, es necesario abordar la cuestión desde una postura teórica, aplicable y funcional, abordando inicialmente la teoría de sistemas, que explica “un sistema como un todo complejo cuyas partes o componentes están relacionadas de tal modo, que el objeto se comporta en ciertos aspectos como una unidad y no como un mero conjunto de elementos.” (Bunge, 1980).

Esto nos ofrecerá una perspectiva constructivista, basada en encontrar que saben nuestros estudiantes, como lo saben y como debemos enseñar para que los nuevos conocimientos sean realmente significativos. Lo anterior está claramente apoyado en los argumentos expuestos por García, et. al., quienes expresan literalmente que “En el caso particular de las habilidades básicas del pensamiento necesarias para el aprendizaje de conceptos y su aplicación en la resolución de problemas, destaca la habilidad de traducción entre los lenguajes verbal, simbólico, científico y algebraico, la cual es indispensable para la fase de planteamiento, interpretación y comprensión de una situación problemática” (Reza, Ortiz, Feregrino, Dosal, & Córdova, 2009)

También Moreira aborda el tema cuando expresa “Por lo tanto, una de las condiciones para que ocurra el aprendizaje significativo es que el material a ser aprendido sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y no literal.” (Moreira, 1993).

Pero como todos sabemos, existe un débil límite entre la didáctica y algunas actividades que no necesariamente pueden ser consideradas como prácticas, por la forma como son abordadas, pero que para algunos autores entran dentro del contexto de la didáctica, al respecto escribe Muñoz “También cabe mencionar que algunas de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias en las que pueden trabajar los profesores y profesoras son: las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias” y continua diciendo “también la resolución de problemas de lápiz y papel”. (Loaiza, 2011).

Por esto es necesario recordar, que no es la primera vez que se habla o se hacen intentos por abordar la enseñanza de la química desde metodologías más didácticas que el simple discurso, planteado por las primeras escuelas, recordemos por ejemplo que desde 1924, Killifer “describe el primer uso didáctico de la radio en la enseñanza de la química” (Jiménez & Llitjós, 2005), refiriéndose de forma puntual “en concreto se, trataban de charlas sobre temas de química(colorantes, petróleo, cuero, nutrición..), de unos 10-15 minutos de duración” (Jiménez & Llitjós, 2005), también podemos citar el uso en 1941 de películas de 16 mm sin sonido donde se explica el uso de la balanza analítica.

Para el año 1956 se describe una experiencia sobre el uso de la grabadora de audio y se emplea por vez primera del circuito cerrado de televisión. (Jiménez & Llitjós, 2005).

Pero estos son solo algunos ejemplos de una larga cadena de intentos por abordar un problema que parece ha traspasado la barrera del tiempo, hasta 1984 donde aparecen los video-discos. Para el año 1989 se hace uso por vez primera

de la cámara lenta para visualizar fenómenos químicos que se dan de forma muy rápida y desde 1993 se ha logrado desde integrar el video a la pantalla hasta fusionar la tecnología audiovisual con las tecnologías de la comunicación.

Otro gran paso que se ha dado ha sido la producción de Software educativos como el creado para el sistema educativo venezolano donde se usan mapas conceptuales para abordar la temática. (Grisolía & V. Grisolía, 2009).

Por otra parte, son muchos los artículos que han abordado el tema desde perspectivas diferentes, por ejemplo en el artículo escrito por Elizabeth Nieto, se plantea la necesidad de lo que ellos llaman “un conocimiento pedagógico del contenido” (Nieto, Garritz, & Flor, 2007) , el cual debe tener como elementos sustanciales tanto un conocimiento del contenido, como unas habilidades pedagógicas que permitan su adecuada enseñanza.

Otro artículo no menos importante, hace un estudio sobre el conocimiento pedagógico del concepto de reacción química en un grupo de docentes mexicanos y donde se recogen diversas experiencias metodológicas, este hace una recopilación de los contenidos que dichos docentes plantean alrededor del concepto de reacción química y la forma como brindan dicho conocimiento, haciendo uso de lo que ellos llaman inventarios y que en términos de Ausubel son los organizadores previos , y que no son más que la recopilación de los materiales que darán soporte a los conceptos teóricos usados por cada docente para acercar dichos temas a sus estudiantes.

Es por esto que el artículo anterior plantea que “los profesores deben conocer bien cuál es el objetivo de su enseñanza; que es lo que resultará fácil o difícil de aprender por sus alumnos; cuales son las concepciones alternativas (CA) más comunes en ellos, y como organizar, secuenciar, presentar y evaluar el contenido para satisfacer los diversos intereses y capacidades de sus alumnos. Todo este conocimiento se resume en el conocimiento pedagógico del contenido”. (Reyes & Garritz, 2006).

Otro artículo titulado “En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría”, publicado en la Revista sobre Docencia Universitaria por Valderrama Negrón y Gonzales, hace una exposición sobre los resultados encontrados tras la implementación de un modelo de aprendizaje colaborativo en varios cursos de química 1 en la Unidad de Estudios Generales Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). El cual permitió determinar que si bien los trabajos colaborativos permiten mejorar los rendimientos en las evaluaciones grupales, no así en las individuales, además el

estudio demostró que dicho aprendizaje no es profundo y no se mantiene a largo plazo (Valderrama & Gonzales, 2010).

Otros autores como Castelán Sánchez y Hernández Millán, proponen una estrategia de enseñanza aprendizaje a través de analogías, la cual es publicada en su artículo “Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías”, donde se expone la posibilidad de mejorar la comprensión de dicho tema a través de prácticas experimentales, modelos interactivos y ejercicios de apoyo, al respecto escriben “El manejo de analogías a lo largo de la estrategia es una parte importante, ya que, consideramos que constituye el puente entre el mundo macroscópico y el mundo nanoscópico permitiéndole hacer abstracciones a partir del empleo de modelos” (Castelan & Hernández, 2011)

El trabajo presentado por las autoras antes mencionadas tiene como característica significativa la interacción entre conceptos, elementos visuales e interactivos y el uso de materiales simples como tornillos, arandelas y otros materiales, los cuales son identificados con elementos químicos y puestos en interacción para entender el concepto de relación estequiométrica y que a diferencia de la propuesta realizado por Valderrama Negrón y Gonzales Gil resulta ser más significativa, pues estas autoras limitaron su trabajo al simple método expositivo, acompañado de la solución de talleres y problemas en forma colaborativa.

Es por esto que la estrategia propuesta para abordar el tema de la estequiometría que se plantea en esta propuesta, es dinámica y significativa, pues permite que los estudiantes, aborden el tema, primero de forma transversal con otras áreas como las matemáticas reforzando algunos conceptos claves y, segundo, permitiendo que teoría y práctica se articulen desde lo cotidiano en una sola estructura.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Construir un modelo de la enseñanza de la estequiometría fundamentado en la aplicación de la teoría de sistemas, que permita una visión integradora de los aspectos cualitativos y cuantitativos, mediante el estudio de casos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Definir el marco conceptual que permita explicar el comportamiento de los sistemas estudiados, basados en la comprensión de las relaciones estructura-propiedades de los elementos que los componen.

- Demostrar la naturaleza fáctica de la ciencia química, seleccionando un conjunto de casos que nos permitan evidenciar, las interacciones de las sustancias en el marco clásico de lo que se considera un experimento, es decir, un proceso inducido que afecta el comportamiento de un sistema.

METODOLOGÍA

Para dar inicio a la propuesta se pretende abordar los conocimientos previos de los estudiantes frente a los conceptos que permiten desarrollar el tema estequiométrico y que en términos de Piaget (1954) son la base sobre la cual se construirá el nuevo conocimiento, para tal fin se plantean dos actividades, la primera está definida como una encuesta que permita saber que tanto creen saber los estudiantes sobre el tema, dicha encuesta se estructuró con 12 preguntas que exploran los conocimientos globales sobre el tema y cuyas respuestas están valoradas con parámetros de tipo nominal ver anexo 1.

Posteriormente, se presenta a los estudiantes un cuestionario que incluye 40 términos asociados con el tema de la estequiometría, dichos resultados son entonces procesados y analizados con el software STATGRAPHICS, el cual permite un análisis multivariado, usando el método de los Componentes Principales (ACP). Este método es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible” (Terrádez).

En el texto, Análisis de Componentes Principales de Manuel Terrádez hace alusión a Peña el cual explica que el análisis por componentes principales permite construir con variables iniciales un pequeño número de nuevas variables; aproximadamente el 20% de ellas, que puedan explicar un 80% de la varianza o grado de variabilidad de los datos, por lo cual el análisis permite cumplir con dos objetivos: representar en un espacio de dimensión pequeña un conjunto de objetos (estudiantes) caracterizados en un espacio multidimensional definido por un conjunto de variables iniciales y, segundo, transforma muchas variables generales y correlacionadas en pocas variables no correlacionadas, lo que de alguna manera permite visualizar los datos y por lo tanto interpretarlos de forma más clara.

POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente trabajo tiene como población objetivo dos grupos del grado undécimo pertenecientes a la Institución Educativa Antonio José de Sucre del Municipio de Itagüí y que pertenecen al sector oficial, dichos grupos están formados por 28 estudiantes del grado 11º1 llamado control y 23 estudiantes del grado 11º2 que

para nuestro caso será el grupo de aplicación de la estrategia, ambos grupos ya tienen elementos básicos en estequiometría, pero durante el año escolar 2011 mostraron grandes falencias en dicho tema, en especial en la parte operacional y en la comprensión de conceptos .

Para evaluar la eficacia del método al grupo control se le aplicará el método de enseñanza tradicional basado en exposiciones del tema, talleres individuales y evaluaciones con preguntas abiertas, al segundo grupo que será el de aplicación se le seguirá el proceso planteado en el método de aprendizaje significativo, usando un enfoque sistémico, basando el trabajo en explicación de conceptos básicos, mapas conceptuales, situaciones problema y la construcción de experiencias de laboratorio con productos tradicionales y sustancias conocidas en el medio.

Como medio de control se hará el seguimiento en ambos grupos de las actividades realizadas, tanto teóricas como prácticas, para medir el avance presentado por los estudiantes y la eficiencia o no del método aplicado, este seguimiento consiste en pruebas escritas, realización de mapas conceptuales, realización de las prácticas de laboratorio e informes de los mismos, los resultados serán presentados a través de gráficas y/o tablas, así mismo de fotos que evidencien la aplicación de ambos métodos.

Finalmente, se propone la presentación de cuatro experiencias de laboratorio por grupos de no más de tres estudiantes y su explicación frente a sus grupos respectivos para verificar que tanto se han apropiado de la temática y han asimilado los conceptos y su aplicación, dichas prácticas deben estar acompañadas por informes escritos en una plantilla diseñada para tal fin (ver anexo 5).

1. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Este trabajo se diseñó en tres etapas, la primera, fue la planeación de la práctica, la segunda fue la aplicación del instrumento con su respectiva recolección de datos y finalmente el análisis de los resultados, como veremos a continuación.

1.1. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS DATOS.

Tanto las actividades como los informes definidos para el proyecto y encaminados a profundizar en la estequiometría serán obtenidas en varios momentos, el primero corresponde a la búsqueda de saberes previos en ambos grupos, para lo cual se aplicará una encuesta de saberes, (ver anexo 1).



Ilustración 1 : Grupo control 11^º1

Además se aplica un cuestionario de conceptos estequiométricos, el cual contiene 40 preguntas relacionadas en siete temas macro, los cuales van desde conceptos previos a cálculos estequiométricos (ver anexo 2) y que permitirá determinar la relación existente entre la encuesta inicial y la realidad de los conocimientos previos.

En la segunda etapa, se propone iniciar los dos cursos de forma paralela, para el control se propone dar las clases solo de forma tradicional, explicación de los temas por el docente y aplicación de talleres a lápiz y papel, para el segundo se aplicara el método basado en un enfoque sistémico con estudio de casos. Al respecto, el proceso se inicia con la búsqueda de información del objeto de estudio; se tendrá en cuenta la fundamentación de tipo química y el contexto estequiométrico, además de las relaciones que se generan con el entorno o cotidianidad de los estudiantes.

Posteriormente, mediante conversatorios, cada estudiante expresa que tanto sabe del tema, para socializar los conocimientos adquiridos y así poder implementar unos organizadores previos que permitan abordar el tema de lo general a lo particular, iniciando con la definición de conceptos generales, para finalizar con la construcción de mapas conceptuales en grupos de tres estudiantes.

También se pretende abordar cada tema con explicaciones del docente, videos que ejemplifiquen el conocimiento que pretendemos enseñar. Estos conceptos explicados por el docente serán reforzados por mapas conceptuales contruidos por los estudiantes y socializados en clase, así mismo, se reforzaran continuamente los temas con situaciones problemas que permitan desarrollar en los estudiantes actitudes investigativas, proposicionales y argumentativas. Adicionalmente, se les darán direcciones de internet para que estos adquieran competencias relacionadas con la búsqueda de la información y la elaboración de informes claros y precisos.

Las actividades anteriores buscan generar relaciones entre los conocimientos previos en los estudiantes y lo que está en proceso de conocerse, para intentar

lograr dinamizar en mayor grado la estructura conceptual en los estudiantes, buscando así mayor significatividad de los conocimientos que se van construyendo como producto de esta interacción. (Tamayo, 2009)

Los mapas conceptuales que se realizan se corresponden con los 40 conceptos evaluados inicialmente, (ver ejemplo en anexo 3) proponiéndose además situaciones problema para dinamizar las clases.

Así mismo, se hará un seguimiento de los avances de los estudiantes a través de una prueba escrita, al final de la aplicación de la estrategia y exposiciones en grupo de los mapas conceptuales, igualmente se entregarán reportes periódicos por parte de los estudiantes de las prácticas realizadas y de los respectivos mapas conceptuales, además de la realización de las prácticas e informes de laboratorio, los cuales quedarán consignados en un cuaderno de laboratorio y con una plantilla pre-elaborada.

En la tercera etapa, se planteará el problema desde el punto de vista matemático mostrando las relaciones entre los objetos químicos, mediante las relaciones estequiométricas en la que los diferentes reactivos deben ser tomados para obtener los productos deseados y, así mostrar la aplicabilidad de la estequiometría. En este punto, se deben reforzar las relaciones explicadas con exposiciones guiadas por el docente que incluyan conceptos generales y matemáticos sobre el tema.

La cuarta y última etapa, corresponde a la práctica misma y su posterior análisis, en este punto los estudiantes verificarían si tanto sus cálculos matemáticos como sus interpretaciones estequiométricas, se ajustan a la realidad experimental, al obtener los productos químicos con las características esperadas.

Para finalizar el proceso evaluativo, se aplicará un último cuestionario de conocimientos, que integra, a través de ejercicios, la mayoría de los conceptos estequiométricos estudiados, al respecto se procurará agrupar los puntos en relación a los temas macros iniciales.

1.2. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

1.2.1. DEFINIR EL MARCO CONCEPTUAL QUE PERMITA EXPLICAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS, BASADOS EN LA COMPRENSIÓN DE LAS RELACIONES ESTRUCTURA-PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS QUE LOS COMPONEN.



Ilustración 2 : Grupo de aplicación del método 11⁹²

El plan de trabajo propuesto para cada sesión consistía en proponer la construcción de los mapas conceptuales de un número ya definido de conceptos y atendiendo a la consulta que sobre los mismos ya se había realizado; dichos mapas elaborados por grupos de tres estudiantes eran revisados y posteriormente socializados en el grupo, dicho evento, claro está, estuvo precedido por la consulta y socialización de qué es un mapa conceptual y como se construye, para lo cual se trabajó sobre un texto de Moreira donde el mismo describe la importancia de estos cuando argumenta “Teniendo en cuenta que,

desde su origen, los mapas conceptuales han sido asociados al aprendizaje significativo ha habido también una cierta sinonimia entre los dos, o sea, el uso de mapas conceptuales ha sido tomado como sinónimo de aprendizaje significativo.” (Moreira, 1993).

Así mismo, cada sesión estuvo enmarcada por la aclaración de conceptos por parte del docente, recogiéndose al final los mapas que cada grupo proponía para hacerles una revisión por parte del docente y posteriormente socializarlos en clase. Adicionalmente, el docente daba a conocer los mapas realizados previamente por él, los cuales se ponían a consideración de los estudiantes, al compararse con los construidos por ellos.

En relación con la construcción de los mapas conceptuales, se observa inicialmente una gran dificultad, notándose falta de claridad en cómo organizar los conceptos consultados, en parte porque no existe un manejo y comprensión de los mismos; adicionalmente, muchos adolecen de conectores, o no relacionan los conceptos y en otros casi no existen, no obstante de haber compartido con ellos un documento que explica cómo se construyen mapas conceptuales, además las líneas que conectan los conceptos



Ilustración 3 : Socialización de mapas conceptuales 11⁹².

no tienen en la mayoría de las situaciones una dirección lógica lo que hace muy difícil conocer la intención del mismo; igualmente, se observa mucha pobreza en los conceptos y en muchos casos se repiten, esto ha hecho el trabajo inicial muy complejo, por lo cual la construcción de los primeros mapas conceptuales ha sido muy lenta. Por ejemplo, en la construcción del modelo asociado con el concepto de átomo se emplearon 5 horas entre su construcción y el análisis posterior.

Para la segunda parte, que consiste en el manejo de conceptos matemáticos, se observa un mejor manejo en la elaboración de los mapas conceptuales, no obstante se observan falencias de tipo estructural, pues no se observa en muchos casos la dirección lógica de las líneas conectoras o éstas no se corresponden con lo que se pretende decir.

Al finalizar esta segunda parte, la gran mayoría de los estudiantes tiene claro cómo construir de forma adecuada un mapa conceptual, aunque argumentan que muchas veces no hay elementos suficientes para construir un mapa de mayor tamaño o que deben tomar conceptos de otros mapas para construir el nuevo, lo cual es positivo y permite concluir que ya comienzan a crear conectores entre los conceptos y muchos de ellos a relacionarlos de forma adecuada.

1.3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

1.3.1. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Al realizar un análisis de la encuesta, se observa que el grado 11^o1 (Tabla 1) que sirve como grupo control, parece presentar un mayor dominio sobre varios de los conceptos evaluados como es el caso de las preguntas 1,2 y 3 y en los restantes se observa que ambos grupos son uniformes, cabe resaltar que estos puntos corresponden a conceptos meramente teóricos, donde cabe la posibilidad de que las respuestas estén asociadas al creer tener claridad sobre los mismos.

En cuanto a las preguntas asociadas a procesos matemáticos o prácticos, ya sea de identificación o procedimentales, en todos ellos se muestra que el grupo control posee un mayor dominio de los temas. Por ejemplo la pregunta 4 que hace referencia a los elementos matemáticos necesarios para resolver operaciones con ecuaciones químicas presenta claridad en 9 estudiantes de 11^o1 para un 16.98% y solo en 2 de 11^o2 para un 1.89%, lo mismo sucede cuando se observa la preguntas 6 y 10 relacionadas con reactivos y productos, la primera y, reactivo límite la segunda, en ambas la diferencia entre claridad en 11^o1 y 11^o2 fue de 4 estudiantes con unos porcentajes de 15.09% y 7.55% para 11^o1 y 7.55% y 0% para 11^o2 respectivamente.

CUESTIONARIO DE SABERES PREVIOS 11 ^o 1 (GRUPO CONTROL)											
N°	PREGUNTAS	N° DE ESTUDIANTES	%	NO SABE	%	ESCASAMENTE	%	MEDIANAMENTE	%	CLARAMENTE	%
1	Conoces y puedes definir el concepto de estequiometría	29	54.7	4	7.55	11	20.75	13	24.53	1	2
2	Identificas conceptos básicos como átomo, elemento, molécula y compuesto, necesarios para entender el concepto estequiométrico.	29	54.7	2	3.77	13	24.53	11	20.75	3	6
3	Conoces los postulados de Dalton y su relación con las ecuaciones estequiométricas.	29	54.7	12	22.64	14	26.42	3	5.66	0	0
4	Identificas los elementos matemáticos necesarios para resolver operaciones con ecuaciones químicas.	29	54.7	3	5.66	8	15.09	9	16.98	9	16.98
5	Tienes claridad de que es y cómo se desarrolla una reacción química y que procedimientos permiten obtener los resultados deseados.	29	54.7	5	9.43	9	16.98	13	24.53	2	4
6	Diferencias reactivos de productos.	29	54.7	4	7.55	4	7.55	13	24.53	8	15.09
7	Reconoces la diferencia entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.	29	54.7	24	45.28	5	9.43	0	0	0	0
8	En la práctica podrías diferenciar una reacción con o sin transferencia de electrones	29	54.7	13	24.53	11	20.75	4	7.55	1	2
9	Entiendes que significan las palabras rendimiento y pureza	29	54.7	3	5.66	8	15.09	13	24.53	5	9
10	Identificas el reactivo límite en una reacción sencilla	29	54.7	8	15.09	7	13.21	10	18.87	4	8
11	Cuando lees en un rótulo de un producto del mercado la palabra porcentaje, sabes a que hace referencia.	29	54.7	1	1.89	12	22.64	8	15.09	8	15.09
12	Cuando realizas actividades cotidianas en tu vida reconoces aplicaciones de la estequiometría.	29	54.7	1	1.89	8	15.09	14	26.42	6	11.32

Tabla 1: Cuestionario saberes previos 11^o1

Así mismo, la pregunta 9 que se relaciona con las preguntas antes descritas muestran una mayor claridad de los estudiantes de 11^o1 frente al concepto de rendimiento y pureza; no obstante, la pregunta 12 que indaga sobre el reconocimiento de las aplicaciones de la estequiometría en la cotidianidad de los estudiantes, el valor se invierte apareciendo 11^o2 (tabla 2) con más claridad en 9 estudiantes para un 16.98% contra 6 de 11^o1 para un 11.32%, claro está si se relaciona con la pregunta 1 que hace referencia a si el estudiante puede conocer y definir el concepto de estequiometría, se observa entonces que hay claras diferencias entre el grupo de estudio y el control, pues este último muestra en la encuesta mayor dominio que el primero en prácticamente todos los ítems evaluados.

CUESTIONARIO DE SABERES PREVIOS 11°2											
N°	PREGUNTAS	N° DE ESTUDIANTES	%	NO SABE	%	ESCASAMENTE	%	MEDIANAMENTE	%	CLARAMENTE	%
1	Conoces y puedes definir el concepto de estequiometria	24	45.28	1	1.89	8	15.09	13	24.53	2	3.77
2	Identificas conceptos básicos como átomo, elemento, molécula y compuesto, necesarios para entender el concepto estequimétrico.	24	45.28	1	1.89	12	22.64	9	16.98	2	3.77
3	Conoces los postulados de Dalton y su relación con las ecuaciones estequiométricas.	24	45.28	11	20.75	10	18.87	3	5.66	0	0
4	Identificas los elementos matemáticos necesarios para resolver operaciones con ecuaciones químicas.	24	45.28	2	3.77	13	24.53	8	15.09	1	1.89
5	Tienes claridad de que es y cómo se desarrolla una reacción química y que procedimientos permiten obtener los resultados deseados.	24	45.28	3	5.66	12	22.64	7	13.21	2	3.77
6	Diferencias reactivos de productos.	24	45.28	9	16.98	6	11.32	5	9.43	4	7.55
7	Reconoces la diferencia entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.	24	45.28	13	24.53	6	11.32	5	9.43	0	0
8	En la práctica podrías diferenciar una reacción con o sin transferencia de electrones	24	45.28	16	30.19	7	13.21	1	1.89	0	0
9	Entiendes que significan las palabras rendimiento y pureza	24	45.28	6	11.32	8	15.09	8	15.09	2	3.77
10	Identificas el reactivo límite en una reacción sencilla	24	45.28	7	13.21	11	20.75	6	11.32	0	0
11	Cuando lees en un rotulo de un producto del mercado la palabra porcentaje, sabes a que hace referencia.	24	45.28	5	9.43	8	15.09	7	13.21	4	7.55
12	Cuando realizas actividades cotidianas en tu vida reconoces aplicaciones de la estequiometria.	24	45.28	5	9.43	5	9.43	5	9.43	9	16.98

Tabla 2 : Cuestionario sobre saberes previos 11°2

1.3.2. ANALISIS DEL PRIMER CUESTIONARIO DE CONCEPTOS BÁSICOS

El análisis de los datos se hizo utilizando el método de los componentes principales, empleando el programa STATGRAPHICS. Para nuestro caso se analizó tanto al grupo control 11°1 como el de aplicación del método 11°2, para ambos grupos se tuvo en cuenta separar el cuestionario con base a siete parámetros o descriptores, los cuáles se observan a continuación y que fueron codificados con letras mayúsculas para una mejor representación de los objetos estudiados (estudiantes) en el espacio definido por los componentes principales (vectores propios).

- A. Conceptos generales
- B. Conceptos matemáticos
- C. Conceptos de ecuaciones químicas

- D. Reacciones con liberación de calor
- E. Reacciones sin transferencia de electrones
- F. Reacciones de óxido reducción (Redox).
- G. Cálculos estequiométricos

Igualmente se presentan en la tabla 3 las notas que sacaron los estudiantes tanto del grupo control(11°1) como del grupo de aplicación del método(11°2), en la cual se observa de forma general mejores resultados para el grupo control, lo que confirma el análisis inicial realizado en la encuesta.

PRIMER CUESTIONARIO DE CONCEPTOS ESTEQUIOMETRICOS 11°1 - GRUPO CONTROL							
APELLIDOS Y NOMBRE	A	B	C	D	E	F	G
ALVAREZ JONATHAN	1	0	0	0	0	0	1
ALZATE ESTEFANIA	1.5	0	1.5	0	0	0	0
ARANGO WILLER	2.5	1	1	0	0	0	0
ARBOLEDA DIEGO	3.5	0	2	0	0	0	0
BUITRAGO BRAYAN	5	3	3	0	0	0	0
CASTAÑO SEBASTIAN	1	0	1.5	0	0.5	0.5	2
CORREDOR MA CAMILA	3	0	1	0	0	1	0.5
DAVILA ESTEFANIA	1.5	3	1	0	0	0	0
FERNANDEZ LUISA	2	0	0	0	0	0	0
FRANCO DANIEL	1	3	2	0	0	1	1
FUENTES ADOLFO	3	2	1	0	0	1	0
GARCIA VALENTINA	3.5	1	0	0	0	1	2
GONZALEZ PAULA	5	3	2	0	0	0.5	4
GONZALEZ ALEJANDRA	2.5	0	1	0	0	0	1.5
HURTADO MILLER	0.5	0	0	0	0	0	0
MARTINEZ ANDRES	1.5	1	0	0	0	0	0
MEJIA CRISTIAN	2	1	4.5	0	0	1	0
MURIEL LUISA	1	0	2	0	0	0	0
OCAMPO EMANUEL	5	1	3	0	0.5	1	3
OSSA MELISSA	3.5	1	0.5	0	0	1	0
PINO CARLOS	1	0	1	0	0	0	0
PUERTA JONNY	0	1.5	4	0	0	0	0.5
RENDON STEVEN	2	3	1	0	0	1	0
SALAZAR DANIELA	6	2	1.5	1	0	0	0
SERNA SANTIAGO	1.5	0	1.5	0	0	1	0
VALENCIA LUISA	1	0	0	0	0	0	0
VARGAS ALEXANDER	4	0	0	0	0	0	0
ZAPATA JULIAN	1.5	3	0	0	0	0	0
PRIMER CUESTIONARIO DE CONCEPTOS ESTEQUIOMETRICOS 11°2 - GRUPO DE APLICACIÓN DEL MODELO							
APELLIDOS Y NOMBRES	A	B	C	D	E	F	G
AGUDELO DANIELA	4	0	4	0	0	1	3
ALVAREZ ASTRID	0.5	1	1	0	0	0	0
ALZATE JULIANA	1	0	1	0	0	0	0
ALZATE MONICA	1	0	0	0	0	0	0
ALZATE ANDRES	3	0	1.5	0	0	0	0.5
CASTAÑEDA LEIDY	6	1	0	1.5	0.5	0.5	0
DEOSSA MIGUEL	0	0	2	1	0	0	0
ECHAVARRIA VICTOR	3	0	1.5	0	1	1	0

ESCOBAR ANDRES	2.5	1	3	2	0	0	1
ESPINOSA ALEXANDER	2	0	3	0	0.5	0	0
GIRALDO MATEO	0	0	1	1	0	0	0
GOMEZ ERIKA	2	0	1.5	0	0	0	0
JARAMILLO IVAN	3	0	1	0	0	0	0
LOPEZ DANIEL	2	1	0.5	0	0	0	0.5
MONCADA MANUELA	0.5	0	0.5	0	0	0	0
ORREGO JORGE	3	0	1.5	0	0	0	0
PEREZ DANIELA	0	0	0	0	0	0	0
RESTREPO STIVEN	3	0.5	0.5	0	0	0	0
RUIZ CARLOS	2	0	0	0	0	0	0
SANCHEZ RODOLFO	4	0	0.5	0	0	0	0.5
SEPULVEDA MAIRA	5.5	0	4.5	0	0	0	0
TABARES SEBASTIAN	0	0	0	0	0	0	1
VILLA DANIELA	4	0	1	0	0	0	0

Tabla 3 : Notas obtenidas al valorar el primer cuestionario de estequiometria para 11º1 y 11º2.

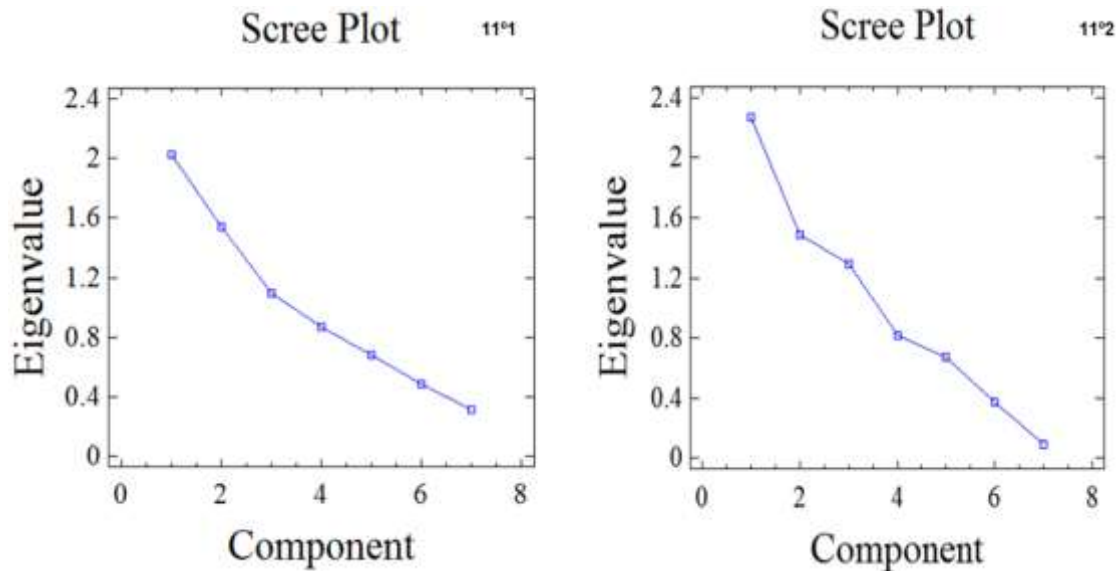
Pero es a través del análisis de componentes principales donde se observa de forma clara las diferencias entre los dos cursos pero también los puntos en común, así por ejemplo la tabla 4 hace una comparación de la importancia asociada con cada componente para ambos cursos. Esta valoración tiene en cuenta la varianza de los datos explicada por cada componente, considerando los valores propios de estos vectores propios extraídos de la matriz de regresión de los datos, previamente estandarizados.

<p>Data variables: A B C D E F G</p> <p>Data input: observations Number of complete cases: 27 Missing value treatment: listwise Standardized: yes</p> <p>Number of components extracted: 4</p> <p style="text-align: center;">Principal Components Analysis</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>Component Number</th><th>Eigenvalue</th><th>Percent of Variance</th><th>Cumulative Percentage</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2.02425</td><td>28.918</td><td>28.918</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.54171</td><td>22.024</td><td>50.942</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.09588</td><td>15.655</td><td>66.598</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.868389</td><td>12.406</td><td>79.003</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.675614</td><td>9.652</td><td>88.655</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.480719</td><td>6.867</td><td>95.522</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.313429</td><td>4.478</td><td>100.000</td></tr> </tbody> </table>	Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage	1	2.02425	28.918	28.918	2	1.54171	22.024	50.942	3	1.09588	15.655	66.598	4	0.868389	12.406	79.003	5	0.675614	9.652	88.655	6	0.480719	6.867	95.522	7	0.313429	4.478	100.000	<p>11º1</p>	<p style="text-align: right;">Analysis Summary</p> <p>Data variables: A B C D E F G</p> <p>Data input: observations Number of complete cases: 23 Missing value treatment: listwise Standardized: yes</p> <p>Number of components extracted: 4</p> <p style="text-align: center;">Principal Components Analysis</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>Component Number</th><th>Eigenvalue</th><th>Percent of Variance</th><th>Cumulative Percentage</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2.2663</td><td>32.376</td><td>32.376</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.49066</td><td>21.295</td><td>53.671</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.29038</td><td>18.434</td><td>72.105</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.820422</td><td>11.720</td><td>83.825</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.671051</td><td>9.586</td><td>93.412</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.374907</td><td>5.356</td><td>98.767</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.0862773</td><td>1.233</td><td>100.000</td></tr> </tbody> </table>	Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage	1	2.2663	32.376	32.376	2	1.49066	21.295	53.671	3	1.29038	18.434	72.105	4	0.820422	11.720	83.825	5	0.671051	9.586	93.412	6	0.374907	5.356	98.767	7	0.0862773	1.233	100.000	<p>11º2</p>
Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage																																																																
1	2.02425	28.918	28.918																																																																
2	1.54171	22.024	50.942																																																																
3	1.09588	15.655	66.598																																																																
4	0.868389	12.406	79.003																																																																
5	0.675614	9.652	88.655																																																																
6	0.480719	6.867	95.522																																																																
7	0.313429	4.478	100.000																																																																
Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage																																																																
1	2.2663	32.376	32.376																																																																
2	1.49066	21.295	53.671																																																																
3	1.29038	18.434	72.105																																																																
4	0.820422	11.720	83.825																																																																
5	0.671051	9.586	93.412																																																																
6	0.374907	5.356	98.767																																																																
7	0.0862773	1.233	100.000																																																																

Tabla 4: Importancia de los Componentes principales teniendo en cuenta sus valores propios y el porcentaje de varianza explicada, para los grupos 11º1 y 11º2, al analizar el primer cuestionario.

Como se puede observar, coincide en que para ambos cursos son significativos los pesos de las tres primeras componentes, a tal punto que, la variación en los mismos es mínima, lo que indica que para ambos grupos son significativas las variables: conceptos generales, conceptos matemáticos y conceptos de ecuaciones químicas, igualmente se observa que sus porcentajes de varianza son similares.

No obstante, para darle validez al estudio se decidió tomar cuatro componentes, lo que permite explicar la varianza total de los datos; encontrándose que para el grupo control estos componentes explican un 79 % de los datos y para el de la aplicación del método un 83.8 %. La gráfica 1, muestra de forma comparativa la importancia de cada uno de los componentes, en lo que se conoce como gráfico de sedimentación, donde se muestra en la ordenada el valor propio de cada componente, que se utiliza para establecer la importancia de los factores o componentes principales.



Gráfica 1 : Gráfico de sedimentación para 11º1 y 11º2.

Al realizar el análisis de componentes principales se obtienen los datos mostrados en la tabla 5; en ésta se observa la estructura de cada componente valorando la importancia que tiene cada descriptor (A,B,C, etc) en la formación de cada componente, lo que nos permite definirlos como una combinación lineal de descriptores; es decir, podemos considerarlos como una especie de variables sintéticas que nos permiten entender de manera integral el efecto de los descriptores.

Table of Component Weights

11^o1

	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4
A	0.398307	-0.487486	-0.260436	0.203669
B	0.24215	-0.387752	0.589731	0.179674
C	0.34067	0.00811929	0.38357	-0.800686
D	0.0786904	-0.647652	-0.391315	-0.224633
E	0.446102	0.347883	-0.393565	-0.223968
F	0.410939	0.177483	0.357102	0.37796
G	0.540914	0.199912	-0.21232	0.204116

Table of Component Weights

11^o2

	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4
A	0.435068	0.0340923	0.0500219	-0.663714
B	0.121165	0.69617	-0.0972303	0.0832417
C	0.401159	-0.184512	-0.386319	-0.408762
D	0.173083	0.646822	-0.174301	0.0518598
E	0.365082	0.0566924	0.686389	0.0734619
F	0.566081	-0.146312	0.232569	0.395749
G	0.389123	-0.192719	-0.532168	0.469855

Tabla 5 : Composición de los componentes principales para los grupos 11^o1 y 11^o2, teniendo en cuenta el primer cuestionario.

Por ejemplo, la componente 1 es una variable sintética formada por la combinación lineal de los descriptores A,B,C,...G, de la siguiente manera: Componente 1 = 0.3983 A + 0.2421 B + 0.34067 C + 0.07869 D + ... + 0.5409 G.

Como se puede observar, para la componente uno las variables que más pesan corresponden tanto para el grupo control como para el de aplicación del método: conceptos generales(A), Conceptos de ecuaciones químicas(C), reacciones sin transferencia de electrones (E), reacciones de óxido reducción (F) y cálculos estequiométricos(G), pero para ambos existe poco peso tanto para la variable B que corresponde a conceptos matemáticos como para la variable D reacciones con liberación de calor, lo que nos indica que en la primera componente la prioridad está dada solo a conceptos teóricos que no involucran cálculos matemáticos .

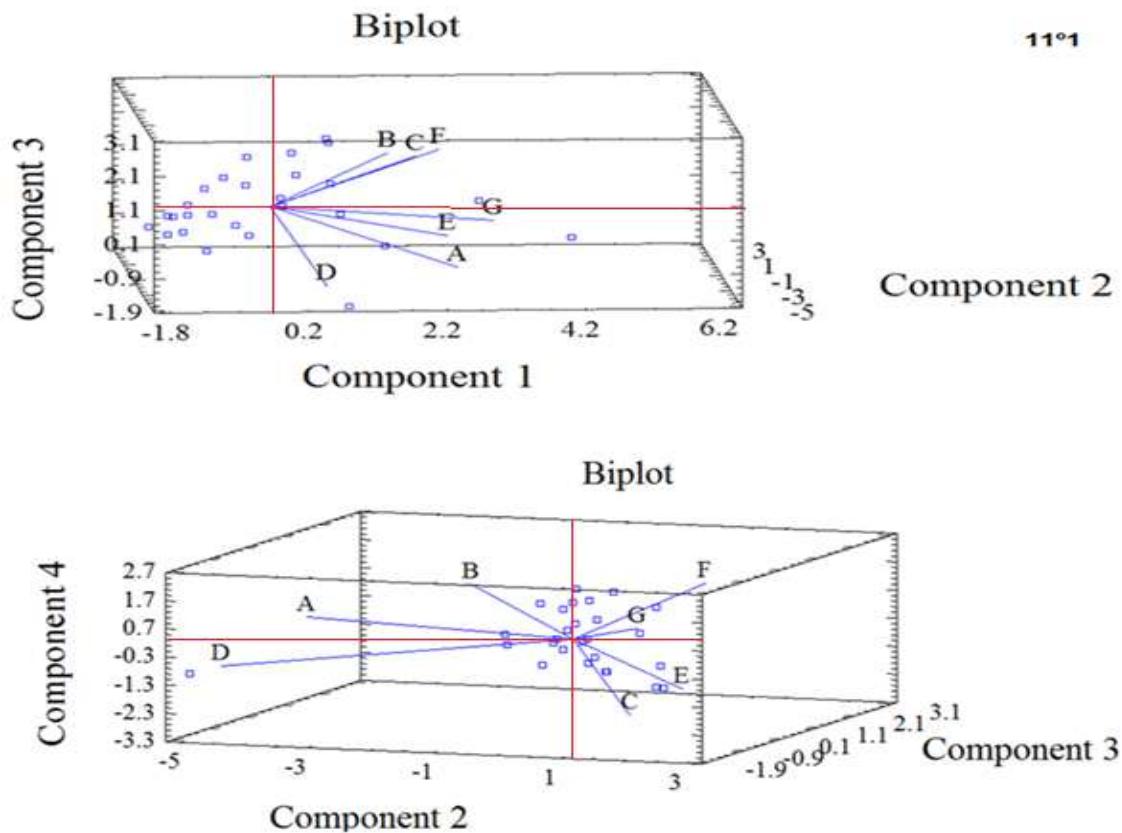
Para la componente dos, se observa que para el grupo control la mayor influencia corresponde a la variable E (reacciones sin transferencia de electrones), las demás o tienen poco peso o sus valores son negativos, para el grupo de aplicación del método son de importancia las variables B, conceptos matemáticos y D, Reacciones con liberación de calor, las demás tienen poca importancia o ejercen una influencia negativa, esto nos permite inferir que aunque el grupo de aplicación tiene en esta componente un valor alto para lo matemático, sigue primando los conceptos teóricos.

Para la componente tres, el grupo control presenta pesos significativos para la variable Conceptos matemáticos (B), conceptos de ecuaciones químicas(C) y

reacciones de óxido reducción (F), para el grupo de aplicación son las reacciones sin transferencia de electrones, las demás variables o son poco significativas o corresponden a valores negativos, lo que muestra una mayor coherencia para el grupo control que para el de aplicación del método.

Finalmente, la componente cuatro, muestra un grupo control con un factor o peso significativo solamente en la variable F, que corresponde a reacciones de óxido reducción y al grupo de aplicación del método con pesos significativos en las variables F y G que corresponden a reacciones de óxido reducción y cálculos estequiométricos, respectivamente, lo que nos indica que ambos cursos son capaces de interpretar los conceptos teóricos a través de una reacción química.

Pero para llegar a una conclusión final debemos analizar de forma gráfica la relación existente entre las diferentes componentes que se relacionan en este estudio, por lo cual la gráfica 2 que muestra dos visiones diferentes en 3D de la distribución espacial de los estudiantes con respecto a cada una de las componentes para el grado control y, que relaciona primero las componentes 1,2 y 3 y las componentes 2,3 y 4 respectivamente.

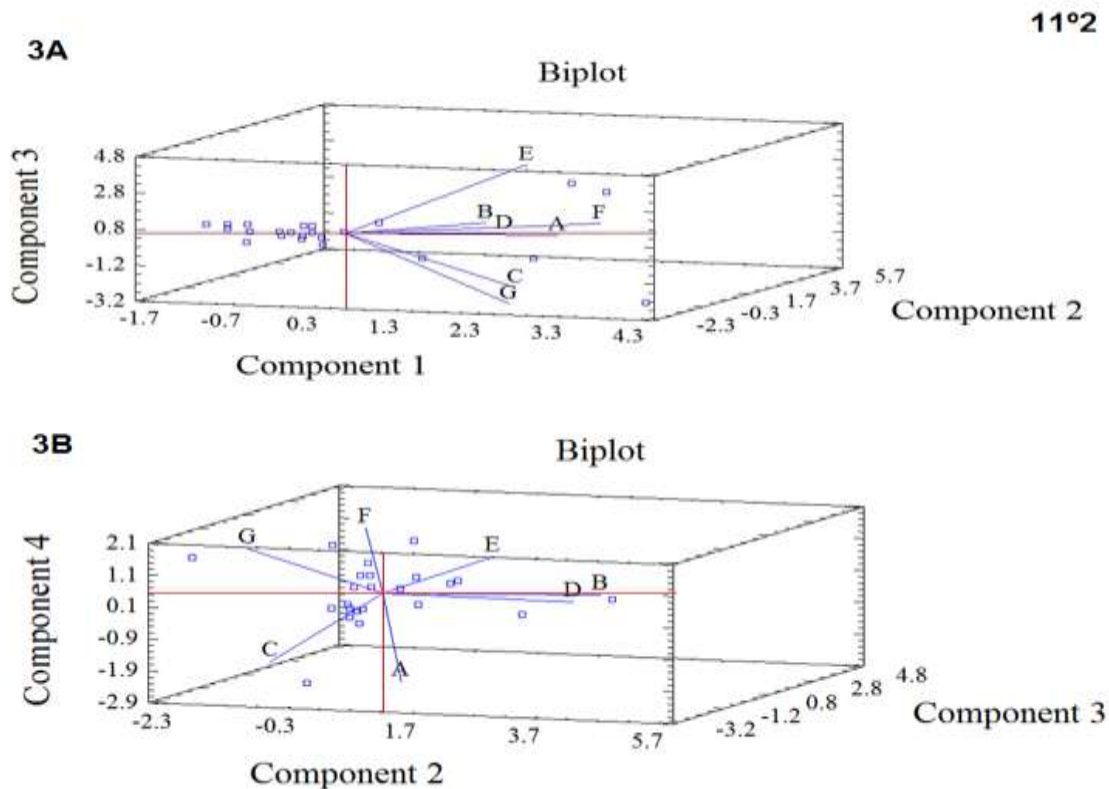


Gráfica 2 : Distribución espacial de los estudiantes en el marco de referencia de las Componentes principales: 1, 2, 3 y 4 para 11º1

Como se puede observar, la gráfica 2 confirma lo que la Tabla comparativa 5 dejó de manifiesto, la formación de dos grupos importantes de componentes, el que corresponde a la componente 1 donde son significativas las variables A,E y G y la del componente 3 que corresponde a las variables B,C y F y de forma clara quedan excluidas las demás variables excepto la D que aparece con el mayor número de valores negativos, lo que puede sugerir que es significativa por ser la variable más débil dentro del curso, pues solo un estudiante logro un punto en dicha variable, siendo cero para el resto del curso.

Aquí son importantes el componente 1 y 3, respectivamente, el componente 1 corresponde al componente teórico y el 3 al componente matemático, lo que sugiere que son estos dos componentes los que realmente tienen peso para este curso y, por ende, es aquí donde se evidencian las verdaderas fortalezas y debilidades de los estudiantes.

Ahora, analizaremos el grupo de aplicación de la metodología propuesta en esta investigación(11º2) a la luz de las gráficas 3 A y 3 B que muestran la localización de los estudiantes en el espacio definido por los componentes 1, 2 y 3 y los componentes 2,3 y 4, respectivamente.



Gráfica 3 A Y 3 B: Distribución espacial de los estudiantes en el marco de referencia de las Componentes principales: 1, 2, 3 y 4 para 11º2

Como se puede observar, en este curso están relacionados de forma significativa las componentes 1 y 2 respectivamente, así para la componente 1 hay cuatro descriptores, el relacionado con los conceptos generales (A), el de reacciones de óxido reducción (F), conceptos de ecuaciones químicas(C) y cálculos estequiométricos (G) y para la componente 2 los descriptores conceptos matemáticos (B) y reacciones con liberación de calor (D).

Ahora bien, analizando los resultados en conjunto, se observa que las componentes importantes en el grupo de aplicación son la 1 y la 2 respectivamente y de igual forma que para el grupo control los descriptores más significativos en este curso son las que se relacionan con los conceptos teóricos y los matemáticos, pues, son estos los que tienen mayor peso en dichas componentes.

De lo anterior, se puede concluir que se ratifica lo dicho inicialmente con respecto a que el curso control tiene mejor nivel académico en la mayoría de los ítems evaluados y que además las dos componentes significativas para ambos cursos son la que corresponden a conceptos generales y conceptos matemáticos; además, existen fortalezas en lo teórico, pero siguen existiendo falencias a la hora de resolver problemas tanto para el grupo control (11°1) como para el grupo de aplicación del método(11°2).

1.3.3. ANALISIS DEL SEGUNDO CUESTIONARIO DE CONCEPTOS ESTEQUIOMETRICOS

Para el segundo cuestionario se tuvo en cuenta cinco parámetros definidos a continuación, dada su importancia en peso en el cuestionario inicial

- A. Conceptos generales
- B. Conceptos matemáticos
- C. Conceptos de ecuaciones químicas
- D. Reacciones de óxido reducción (Redox).
- E. Cálculos estequiométricos

Dicho cuestionario se caracterizó por que la mayoría de las preguntas estaban propuestas en forma de problemas con única respuesta y solo unas cuantas preguntas eran literales y obedecían al contexto de conceptos generales, ver anexo 4.

A continuación se observa en la tabla 6 las notas obtenidas por los estudiantes tanto del grupo control (11°1) como el de la aplicación del método (11°2).

SEGUNDO CUESTIONARIO -11º1 - GRUPO CONTROL					
APELLIDOS Y NOMBRES	A	B	C	D	E
ALVAREZ JONATAN	1	2	2	1	0
ALZATE ESTEFANIA	2	1	0	1	1
ARANGO WILLER	1.5	1	1	1	1
ARBOLEDA DIEGO	2	4	2	1	1
BUITRAGO BRAYAN	3.5	1	2	1	1
CASTAÑO SEBASTIAN	1	2	1	1	0
CORREDOR MA CAMILA	2	2	2	1	0
DAVILA ESTEFANIA	1.5	3	2	2	1
FERNANDEZ LUISA	2	3	1	1	0
FRANCO DANIEL	4	2	1	2	2
FUENTES ADOLFO	2	3	1	0	1
GARCIA VALENTINA	2	2	1	0	1
GONZALEZ PAULA	1.5	1	1	2	0
GONZALEZ ALEJANDRA	2	2	0	1	2
HURTADO MILLER	0	0	0	0	0
MARTINEZ ANDRES	2	1	1	0	0
MEJIA CRISTIAN	3	2	2	1	0
MURIEL LUISA	4	2	3	0	0
OCAMPO EMANUEL	1	2	2	0	1
OSSA MELISSA	2	3	1	1	0
PINO CARLOS	1	1	1	1	1
PUERTA JONNY	1	3	1	0	2
RENDON STEVEN	1	2	1	2	1
SALAZAR DANIEL	4	2	2	0	1
SERNA SANTIAGO	2	2	0	1	2
VALENCIA LUIS	3	2	1	1	0
VARGAS ALEXANDER	1	2	2	1	0
ZAPATA JULIAN	1	3	1	0	1
SEGUNDO CUESTIONARIO -11º2 - GRUPO DE APLICACIÓN DEL MODELO					
APELLIDOS Y NOMBRE	A	B	C	D	E
AGUDELO DANIEL	2	3	2	2	2
ALVAREZ ASTRID	3	2	1	1	2
ALZATE JULIANA	3	2	1	2	1
ALZATE MONICA	2	4	1	1	1
ALZATE ANDRES	3	4	2	1	2
CASTAÑEDA LEIDY	4	3	2	1	2
DEOSSA MIGUEL	2	3	2	2	1
ECHAVARRIA VICTOR	2	3	2	2	1
ESCOBAR ANDRES	3.5	4	2	2	1
ESPINOSA ALEXANDER	3	3	3	1	1
GIRALDO MATEO	2	2	2	0	1
GOMEZ ERIKA	2	3	1	1	1
JARAMILLO IVAN	3	3	3	2	1
LOPEZ DANIEL	3	3	2	2	1
MONCADA MANUELA	2	3	2	1	1

ORREGO JORGE	3	3	2	2	3
RESTREPO STIVEN	1.5	2	1	2	1
RUIZ CARLOS	3	3	3	1	1
SANCHEZ RODOLFO	2	2	1	1	2
SEPULVEDA MAIRA	1.5	2	1	2	2
TABARES SEBASTIAN	2.5	2	2	2	1
VILLA DANIELA	2	1	2	2	1

Tabla 6: Notas obtenidas al valorar el segundo cuestionario de estequiometría en los grupos 11^o1 y 11^o2.

Como se puede observar, en la segunda prueba fueron más representativas las notas del grupo de aplicación del método, no obstante, mediante el análisis de componentes principales, se verificaron los resultados.

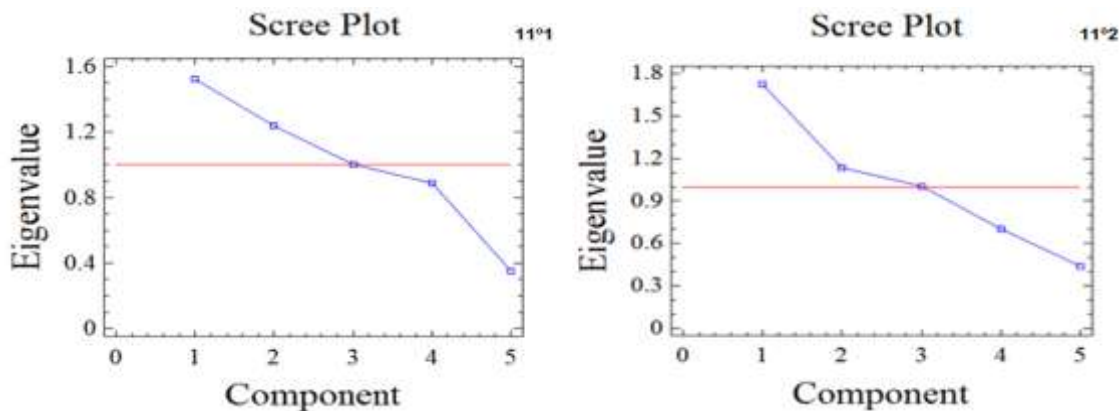
La Tabla 7 muestra el peso de cada variable tanto del grupo control como el de la aplicación, donde se evidencia la importancia en ambos cursos de las tres primeras variables y que hacen referencia a conceptos generales, conceptos matemáticos y conceptos de ecuaciones químicas.

Number of components extracted: 3				11 ^o 1	Number of components extracted: 3				11 ^o 2
Principal Components Analysis					Principal Components Analysis				
Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage		Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage	
1	1.5267	30.534	30.534		1	1.72721	34.544	34.544	
2	1.2362	24.724	55.258		2	1.13317	22.663	57.208	
3	1.00033	20.007	75.265		3	1.00162	20.032	77.240	
4	0.887502	17.750	93.015		4	0.699462	13.989	91.229	
5	0.349264	6.985	100.000		5	0.438539	8.771	100.000	

Tabla 7 : Importancia de los Componentes principales teniendo en cuenta sus valores propios y el porcentaje de varianza explicada, para los grupos 11^o1 y 11^o2, al analizar el segundo cuestionario

Se deben resaltar dos aspectos, el primero que los pesos de las variables del segundo cuestionario con respecto al primero disminuyeron, lo que puede explicarse teniendo en cuenta el mayor grado de dificultad de las preguntas de los diferentes tópicos evaluados para el segundo cuestionario y, segundo, que dichos pesos fueron nuevamente más significativos para el grupo de aplicación que para el control.

La valoración del grado de importancia de los componentes para el análisis de los datos del segundo cuestionario se muestra en la Gráfica 4, donde se observa que con sólo tres componentes se puede explicar la variabilidad de los datos tanto para el grupo control como para el grupo de aplicación de la metodología estudiada.



Gráfica 4: Gráfico de sedimentación para 11º1 y 11º2, al valorar el segundo cuestionario sobre estequiometría.

Nuevamente, en la Tabla 8, se muestra la composición de los tres componentes más importantes tanto para el grupo control como para el de aplicación de la metodología propuesta.

Table of Component Weights			Table of Component Weights				
11º1			11º2				
Component	Component	Component	Component	Component	Component		
1	2	3	1	2	3		
A	0.502656	0.279387	0.240203	A	0.617066	0.223607	0.155895
B	0.385974	0.49559	-0.305013	B	0.540223	0.0725845	-0.103767
C	0.726632	-0.162369	0.0242888	C	0.557321	-0.390467	0.137221
D	-0.0649788	0.224024	0.909054	D	-0.127408	-0.156068	0.951996
E	-0.257187	0.774457	-0.149336	E	0.023438	0.876305	0.199507

Tabla 8 : Composición de los componentes principales para los grupos 11º1 y 11º2, teniendo en cuenta el segundo cuestionario.

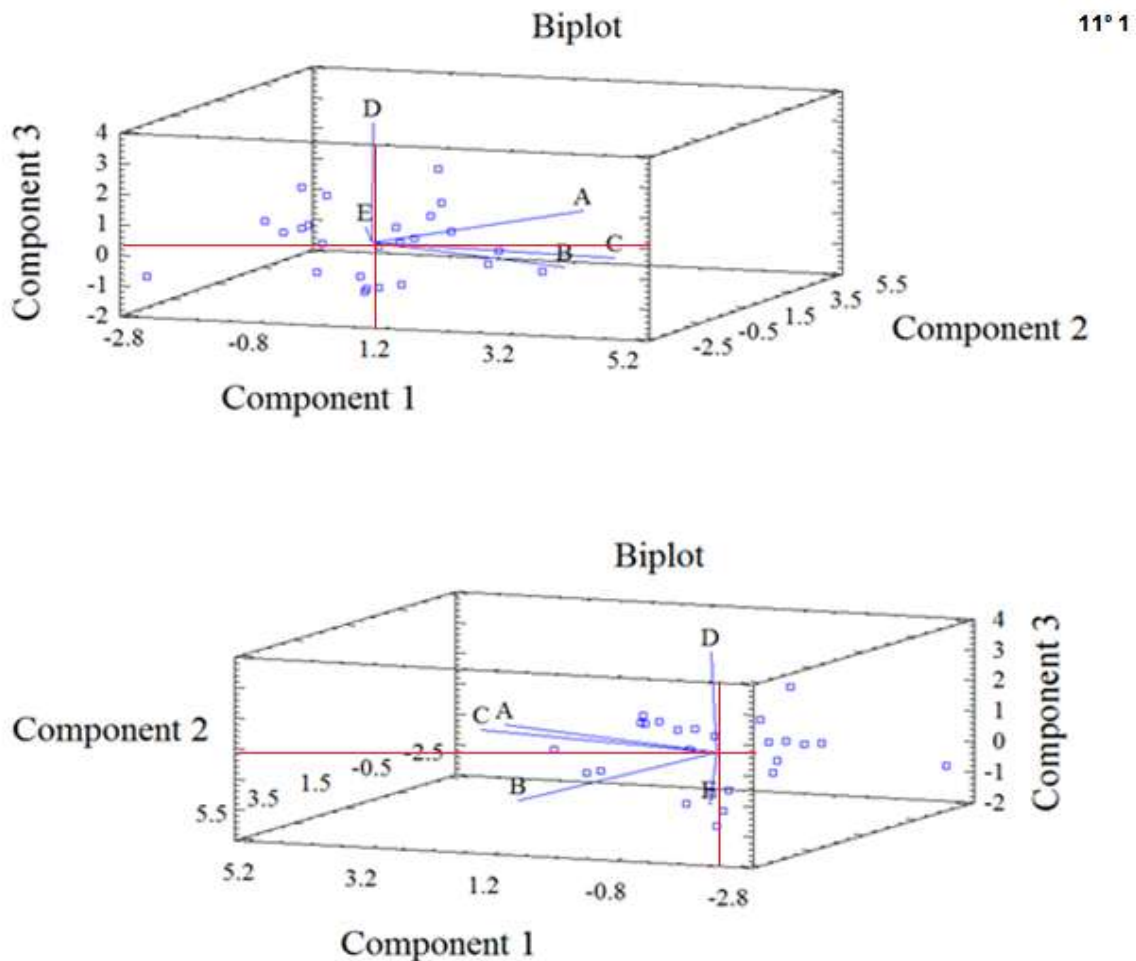
En la tabla anterior, se puede observar que en la formación del componente uno las variables más significativas para ambos grupos estudiados son las tres primeras variables: (A), conceptos generales; conceptos matemáticos (B) y conceptos de ecuaciones químicas(C), lo que demuestra que dicho componente principal es una variable sintética que expresa la comprensión de los conceptos teóricos.

La segunda componente tiene un peso significativo para el grupo control en las variables conceptos matemáticos (B) y cálculos estequiométricos (E), pero para el grupo bajo experimentación el peso significativo solo se encuentra en la variable

cálculos estequiométricos (E), esto nos indica que para ambos grupos la componente dos tiene tendencia a medir el contexto matemático.

Finalmente, la componente tres tiene un peso significativo para los dos cursos en la variable reacciones de óxido reducción, lo que significa que esta componente mide básicamente la relación conceptos teóricos/conceptos matemáticos. Nótese además, que en el grupo de aplicación son mayores los pesos que en el grupo control, lo cual puede obedecer al mejor rendimiento en la prueba final.

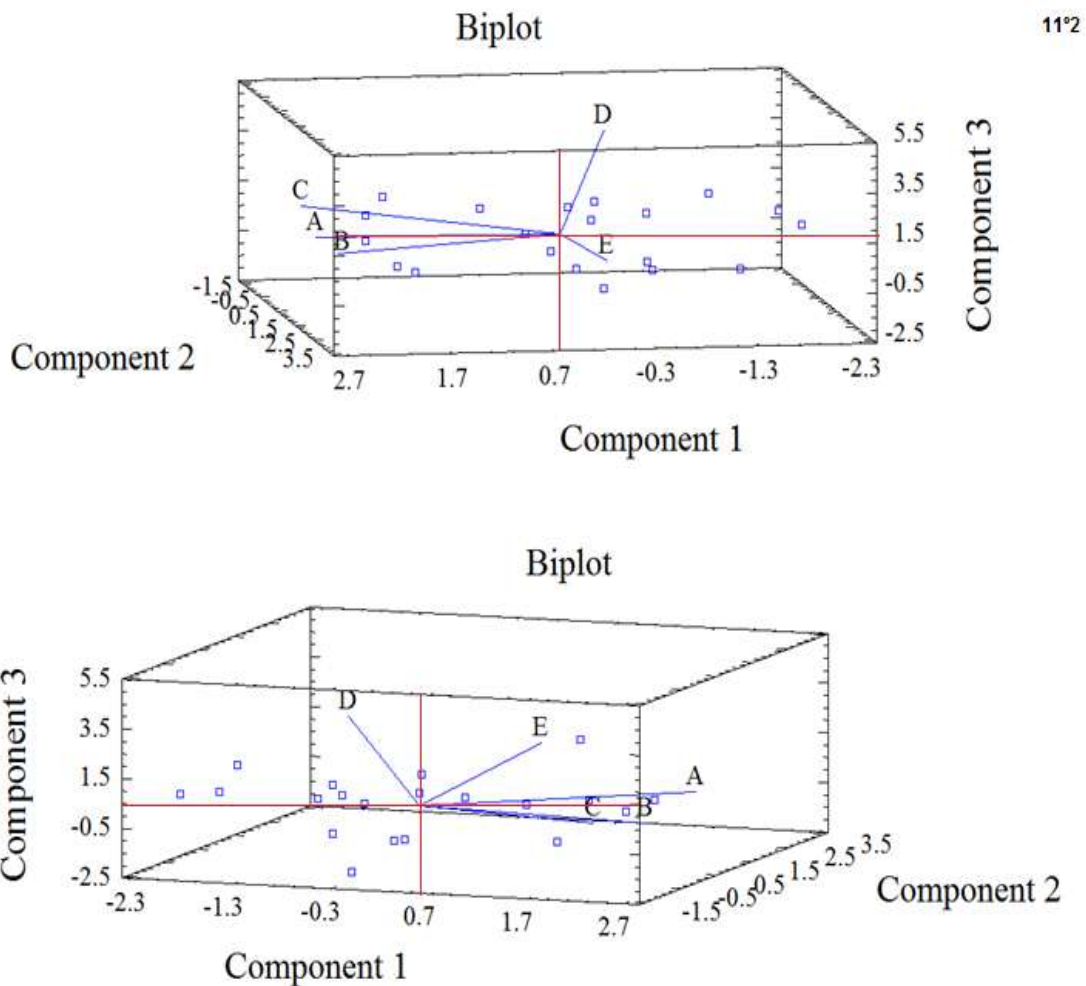
Ahora para terminar es necesario analizar las gráficas en 3D de los dos cursos, ya que estas permiten observar desde una óptica diferente el comportamiento de las componentes, a continuación se presenta en la gráfica 5 dos vistas de la dispersión espacial de los estudiantes del curso control respecto a la relación de sus tres componentes.



Gráfica 5 : Distribución espacial de los estudiantes en el marco de referencia de los componentes 1, 2, 3 y 4 para 11º1

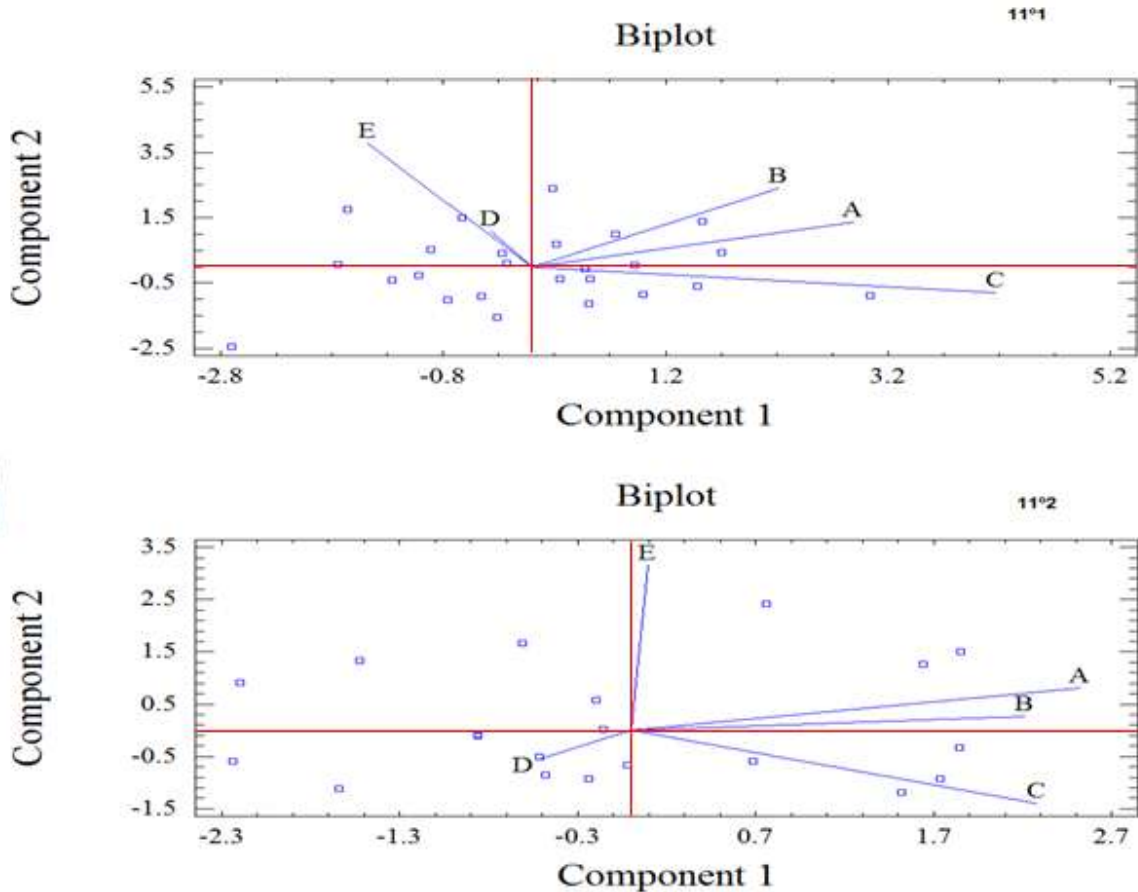
Obsérvese la relación existente entre los tres descriptores A, B y C respectivamente, lo que confirma lo dicho inicialmente de la importancia de estos tres descriptores en la definición de los componentes principales o variables sintéticos.

Para el grado de aplicación del método 11º2, la gráfica 6 muestra la dispersión espacial en 3D de los estudiantes con respecto a las tres componentes.



Gráfica 6 : Distribución espacial de los estudiantes en el marco de referencia de los componentes 1, 2, 3 y 4 para 11º2

Como se puede observar, los descriptores A, B y C son importantes en la formación de los componentes 1 y 2 para ambos grupos. No obstante la gráfica 7 muestra una mirada de los dos cursos desde una perspectiva en 2D, en la que el grupo de aplicación (11º2), tiene una mayor dispersión a lo largo tanto del componente 1 como del 2.



Gráfica 7: Distribución espacial de los estudiantes en el plano definido por las componentes 1 y 2 para 11°2

Lo que en términos de logros significa que no solo se niveló en poco tiempo un curso atrasado en una temática, sino que además la mayoría de sus integrantes fueron afectados positiva o negativa por el método aplicado, mientras en el curso control, los resultados mostraron mayor número de estudiantes permanecen agrupados en el centro del diagrama, lo que nos indica poco efecto de las variables sintéticas encontradas. Lo que demuestra que el método de enseñanza tradicional no altera significativamente las competencias en el manejo de los conceptos asociados con la estequiometría y solo permite un límite en el proceso de enseñanza aprendizaje.

2. ESTUDIO DE CASOS

2.1. ESTUDIO DE CASO 1: FERMENTACIÓN DE AZUCARES POR LAS LEVADURAS

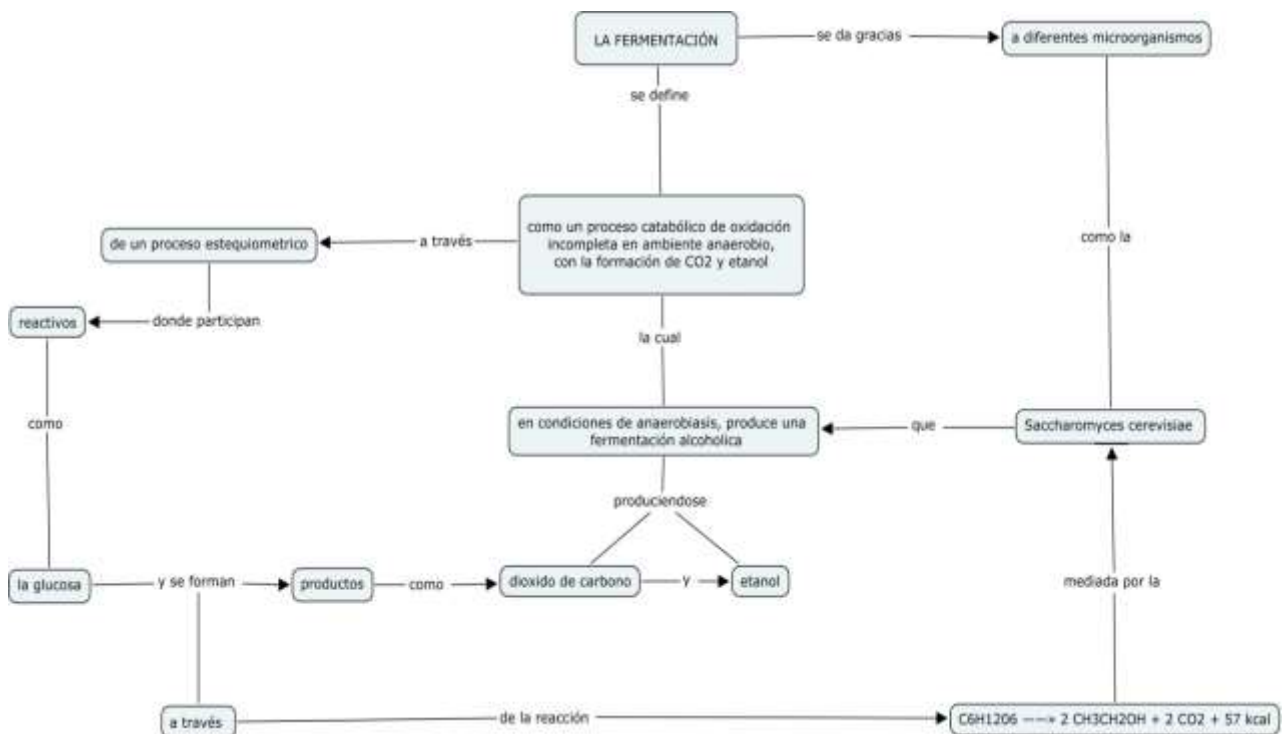
Objetivo general:

Obtener un alcohol a partir de la fermentación de un azúcar y, valorar su concentración, midiendo la densidad de la solución alcohólica.

Objetivos específicos

1. Transformar una sustancia orgánica sólida soluble en agua (glucosa) en otra de naturaleza líquida (etanol).
2. Reconocer la importancia de los microorganismos en la producción de muchas sustancias esenciales para la alimentación humana.
3. Aplicar un proceso de separación (destilación) del producto, basado en una de sus propiedades físicas (punto de ebullición).
4. Aplicar una propiedad física de las soluciones (densidad) para estimar la concentración del producto (etanol).

MAPA CONCEPTUAL



Gráfica 8: Mapa Conceptual –Fermentación de azúcares por las levaduras.

2.1.1. MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo histórico de la fermentación data de 8000 años atrás y está asociado a prácticamente todas las culturas conocidas, incluso textos religiosos como la biblia hacen ya mención de ésta, en pasajes como el de Noé. También se conoce su uso por civilizaciones como la egipcia, la asiria, la azteca y la china, en todas ellas asociadas muchas veces a cultos religiosos milenarios.

Desde la antigüedad la gente aprendió a desarrollar técnicas de fermentación a pesar de no conocer la explicación de las mismas, más con el tiempo se logró la primera explicación bioquímica del fenómeno a través del proceso de fermentación del azúcar en solución acuosa con la siguiente producción de alcohol y gas, gracias a Louis Pasteur (1822-1895).

Años más tarde Eduard Buchner (1860-1917), recibe el premio nobel de química en 1907, donde demuestra la fermentación en ausencia de células vivas, prensando células muertas de levadura y demostrando la existencia de una enzima llamada zimasa, las cual era responsable del fenómeno.

En la actualidad son muchos los microorganismos usados para desarrollar procesos de fermentación, lo que abre cada día una nueva puerta para la explotación de diferentes recursos y su aplicación en diferentes áreas de los procesos humanos.

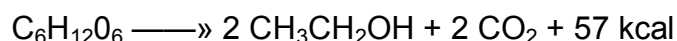
2.1.2. MICROORGANISMO IMPLICADO

Saccharomyces cerevisiae : Es un hongo unicelular, un tipo de levadura utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino. El ciclo de vida de las levaduras alterna dos formas, una haploide y otra diploide. Ambas formas se reproducen de forma asexual por gemación. En ciertas condiciones muy específicas, la forma diploide es capaz de reproducirse sexualmente. En estos casos se produce la meiosis en la célula, formándose un asca que contiene cuatro ascosporas haploides.

Desde el punto de vista biológico la levadura es afectada por una concentración de alcohol del 3% que influye sobre su crecimiento, un 5% afecta tanto su crecimiento como su capacidad para fermentar y cuando la concentración de alcohol llega a un 10%, su crecimiento cesa totalmente.

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta de tipo anaerobio realizado por un variado grupo de microorganismos, actuando sobre algunos compuestos orgánicos como la glucosa, transformándola en alcohol y CO₂.

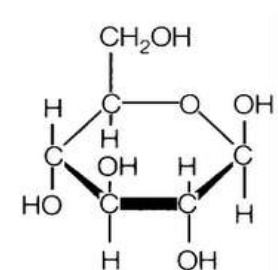
Aunque hay muchos tipos de fermentaciones, en condiciones normales se da una oxidación parcial de los átomos de carbono de un compuesto orgánico y por lo tanto solo una pequeña parte de energía es liberada, existen básicamente dos tipos de fermentaciones la alcohólica y la láctica y los microorganismos implicados son básicamente levaduras y bacterias. La ecuación química que describe el proceso es:



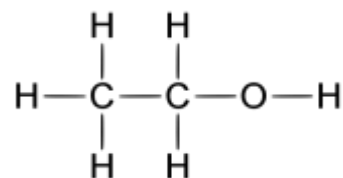
2.1.3. SUSTANCIAS IMPLICADAS

Las siguientes son las sustancias implicadas en la reacción química, las cuales deben ser manipuladas con cuidado y atendiendo las normas mínimas para su manipulación contenidas en el anexo 6.

2.1.3.1. **Glucosa:** Es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la fructosa, pero de diferente estructura, que se caracteriza por tener 6 átomos de carbono ($C_6H_{12}O_6$), es el segundo compuesto más abundante en la naturaleza y es la fuente principal de energía de todos los seres vivos, además de ser el componente principal de polímeros de importancia estructural como la celulosa y de los de almacenamiento de energía como el almidón.



2.1.3.2. **Etanol:** Es el producto originado por la oxidación de la glucosa, es un líquido transparente y un olor característico su fórmula química es C_2H_5OH .



2.1.3.3. **Dióxido de carbono:** Es un gas incoloro de fórmula molecular (CO_2), es poco reactivo y hace parte de la atmósfera terrestre, se relaciona directamente con el oxígeno a través del ciclo del carbono.

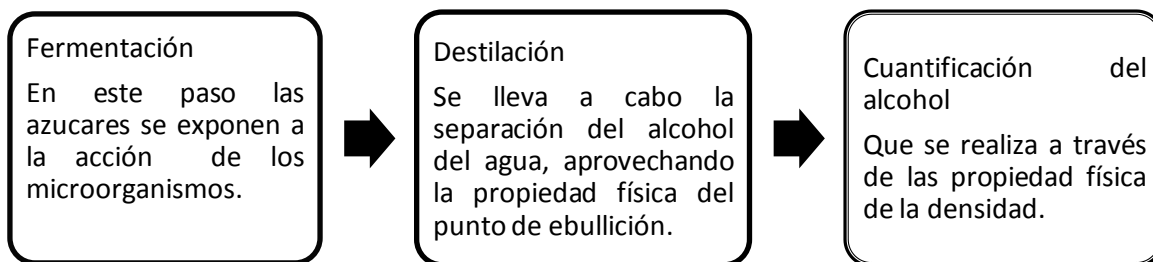
2.1.4. METODOLOGÍA

2.1.4.1. MATERIALES

1. Recipiente metálico de 1 litro.
2. Recipiente plástico con tapa.
3. Agitador.
4. Colador.
5. Botella de vidrio con tapa.
6. 500 mililitros de agua.
7. 75 gramos de Glucosa.
8. 40 gramos de malta de extracto de malta seca.
9. 10 gramos de cebada sin cascara
10. 2.5 gramos de lúpulo seco.
11. 10 gramos de levadura seca.
12. Etanol al 95% de pureza
13. Probeta de 500 ml

2.1.4.2. PROCEDIMIENTO

1. Construir una curva de calibración para diferentes concentraciones de etanol, utilizando como variable respuesta la densidad de las soluciones.
2. Hervir el agua y agregar posteriormente el azúcar y el extracto de malta, hasta disolver completamente.
3. Agregar el lúpulo al agua hirviendo.
4. Agitar y dejar hervir durante media hora.
5. Agitar la mezcla cada 5 minutos.
6. Verter el contenido en el recipiente plástico, pasándolo por el colador.
7. Dejar enfriar la mezcla.
8. Agregar la levadura al mosto y sellar el recipiente.
9. Dejar el recipiente en la oscuridad por varios días.



2.1.5. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

1. Se verificó experimentalmente la densidad del agua y del etanol al 95% de pureza.
 - Densidad del Etanol al 95% de pureza es 0.780 g/cm^3
 - Densidad del agua a 20°C es 1.0 g/cm^3
2. Se prepararon soluciones acuosas de etanol al 2% 3% 4% 5%... 20%, cuyos valores se obtuvieron usando la fórmula.

$$\% \frac{v}{v} = \frac{\text{volumen sto}}{\text{volumen de sln}} \times 100\%$$

3. Se midieron las densidades de las soluciones acuosas de etanol usando un densímetro. Se grafican los valores de las densidades vs la concentración del etanol en cada solución, para obtener lo que se conoce como curva de calibración. Este proceso se realizó manualmente, mediante la construcción de la gráfica en papel milimetrado; adicionalmente, para esta misma tarea se empleó el programa Excel, como lo muestran las gráficas 8 y 9.

Para la estimación de la pendiente de la línea recta obtenida manualmente, se empleó la fórmula.

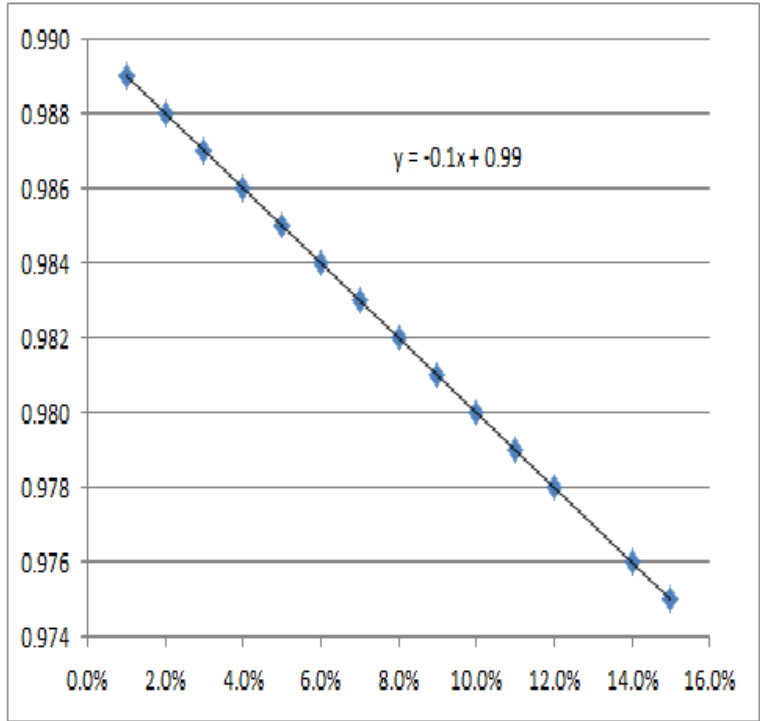
$$m_1 = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

Finalmente se halla la ecuación de la línea recta y el intercepto usando la fórmula, ver gráficas 9 y 10

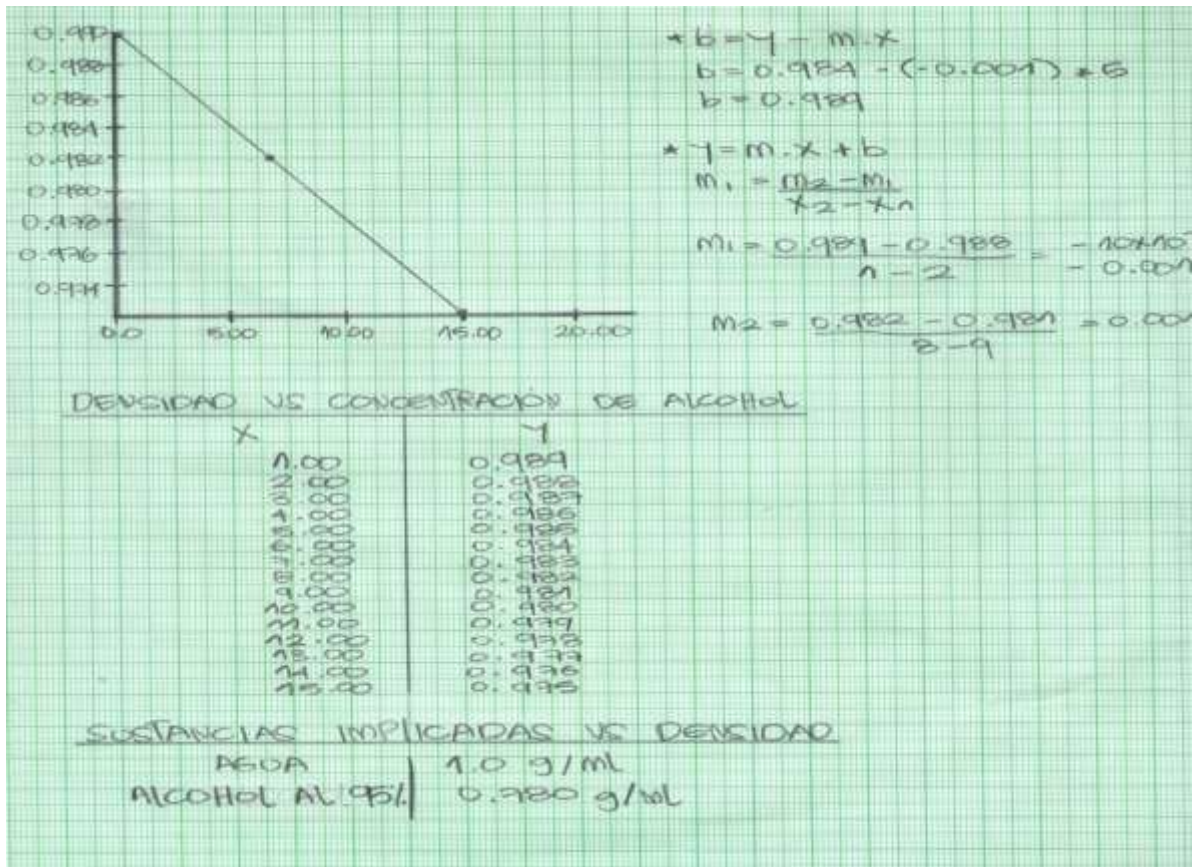
$$Y = m \cdot x + b$$

Donde b es el intercepto y X la concentración. Estos mismos parámetros se obtienen en Excel, aplicando el método de los mínimos cuadrados; lo que nos permitirá comparar los resultados logrados con el método gráfico.

DENSIDAD VS CONCENTRACIÓN DE ALCOHOL	
1.0%	0.989
2.0%	0.988
3.0%	0.987
4.0%	0.986
5.0%	0.985
6.0%	0.984
7.0%	0.983
8.0%	0.982
9.0%	0.981
10.0%	0.980
11.0%	0.979
12.0%	0.978
14.0%	0.976
15.0%	0.975
20.0%	0.960
SUSTANCIAS IMPLICADAS VS DENSIDAD	
Agua	1.0 g/ml
Alcohol al 95%	0.780 g/ml



Gráfica 9 : Curva de calibración para predecir la concentración de etanol a partir de la densidad de soluciones acuosas (cálculo con Excel).



Gráfica 10 : Curva de calibración para predecir la concentración de etanol a partir de la densidad de soluciones acuosas (cálculo manual).

4. Finalmente, se destilan muestras de 500 ml a los 2, 6 y 8 días, obteniéndose las siguientes lecturas en el densímetro, las cuales al ser interpoladas en la curva de calibración permitieron saber las concentraciones de alcohol.

Muestras
2 días 0.990 = 1%
6 días 0.985 = 5%
8 días 0.975 = 15%

2.1.6. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL

La experiencia práctica se sitúa en tres momentos, el primero se relaciona con la transformación química de un reactivo sólido o sustrato en un medio líquido y de su posterior transformación en un producto líquido a través de la fermentación, la cual se realiza por la catalización que hace el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, estimulado previamente con nutrientes como la cebada y el extracto de malta seca, que permiten aumentar la población de levaduras; el segundo se relaciona con el proceso físico de separación del producto (etanol) de la solución, por medio de la destilación, usando otra característica física, como es el punto de ebullición; que permite separar sustancias que pasan de su estado líquido a gaseoso a temperaturas diferentes; finalmente, el tercer momento se relaciona con la cuantificación del alcohol obtenido, usando la propiedad física de la densidad.

2.1.7. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO

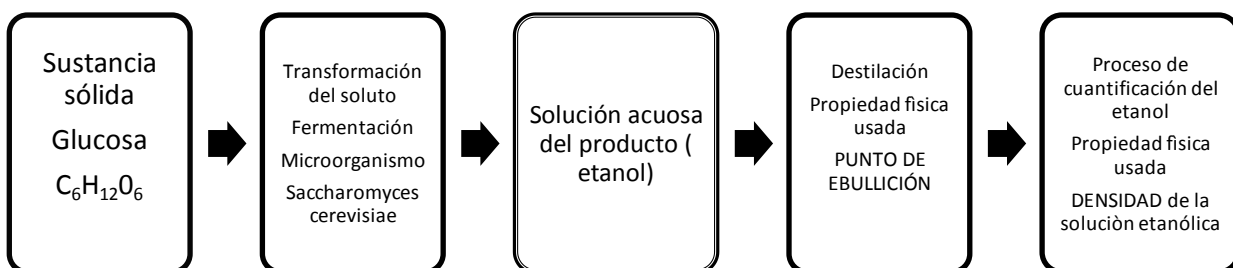




Ilustración 4 : Estudiantes de 11º2 realizando la medición de la densidad de las soluciones alcohólicas y la destilación del etanol.

2.2. ESTUDIO DE CASO 2: PRODUCCIÓN DE JABÓN

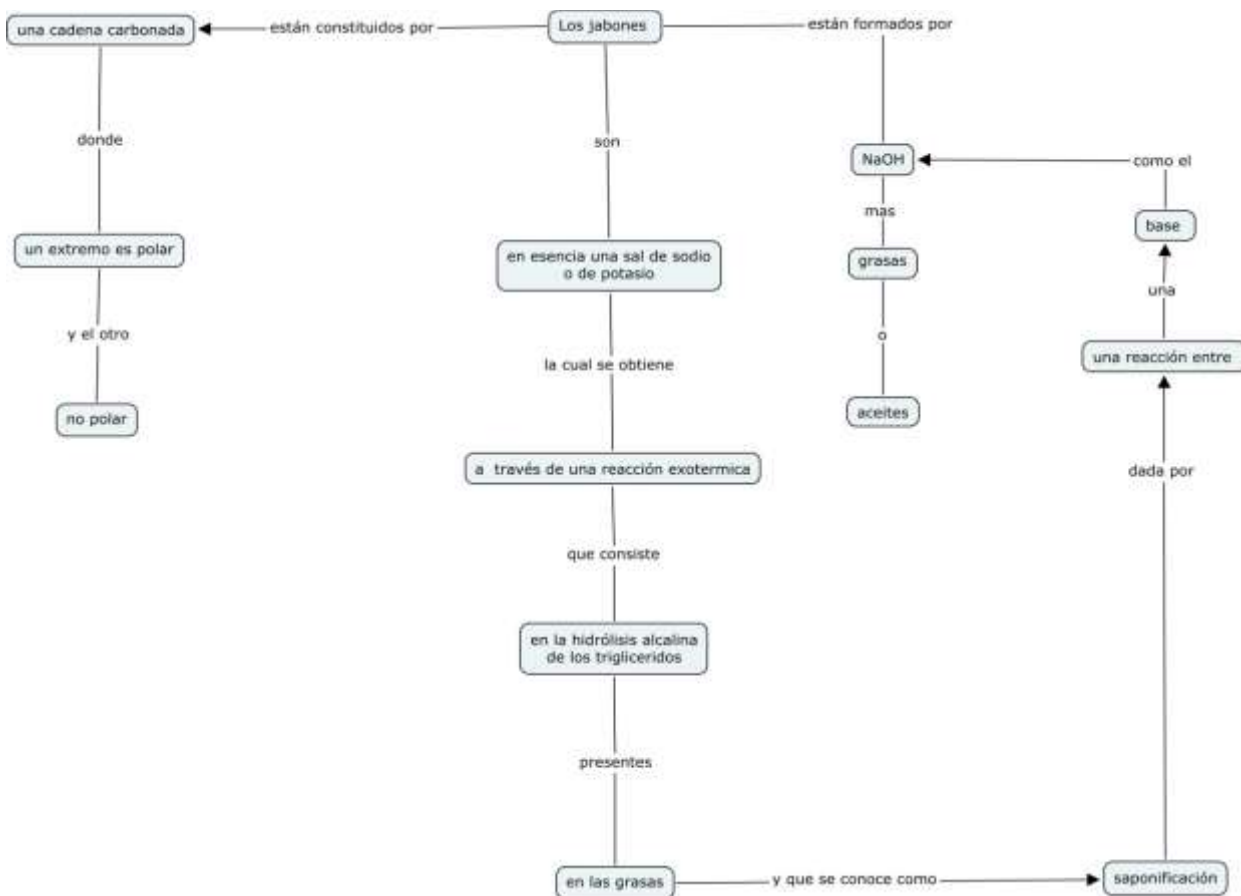
Objetivo general:

Obtener jabón mediante la saponificación de grasas sólidas, determinando las proporciones estequiométricas requeridas en reactivos y verificando si los productos obtenidos cumplen con la ley de las proporciones múltiples.

Objetivos específicos

1. Transformar un material de naturaleza orgánica (grasa) mediante su reacción con un material inorgánico (NaOH).
2. Reconocer los cambios físicos y químicos que sufren los reactivos y productos en el medio de reacción.
3. Recuperar el producto (jabón) mediante la manipulación de su solubilidad en un medio acuoso y, la aplicación de un método de separación de tipo físico (filtración).

MAPA CONCEPTUAL



Gráfica 11: Mapa conceptual – Producción de jabón

2.2.1. MARCO CONCEPTUAL

El jabón ya era utilizado desde el año 2.800 a.c. De esta época data un material jabonoso encontrado en unos cilindros de arcilla durante una excavación arqueológica en la ciudad de Babilonia. En estos cilindros había unas tallas que describían el proceso de hervir las grasas con ceniza, método ancestral de fabricación del jabón.

Durante la edad media el jabón era un artículo muy caro, por lo que su empleo era limitado. Recién en el siglo XIX se difundió el uso del jabón en Europa y luego en el resto del mundo. Tanto los jabones de tocador como los detergentes parten de la misma base, la diferencia está en que los jabones se fabrican a partir de sustancias naturales, como grasas animales y vegetales, mientras que los detergentes se elaboran a partir de materias primas sintéticas. El jabón es básicamente una sal obtenida de las grasas, que resulta soluble en el agua. La saponificación es la reacción de una solución alcalina con las grasas animales y vegetales (sebo y aceites).

En la antigüedad se obtenía el jabón a través de un método que consistía en tratar sebo fundido (la grasa del ganado) con un ligero exceso de álcali en grandes peroles abiertos. La mezcla se calentaba y se hacía burbujear vapor de agua a través de ella. Luego de concluido el proceso de saponificación, el jabón se precipitaba por adición de cloruro de sodio y después se filtraba y se lavaba con agua. Enseguida se precipitaba de la solución con más NaCl. El glicerol se recuperaba de las soluciones acuosas de lavado. Actualmente, el jabón se prepara mediante un proceso continuo donde los lípidos se hidrolizan con agua a presión y temperaturas elevadas (49.2 kg/cm² y 200°C).

2.2.2. JABONES

Los jabones se consideran sales de ácidos grasos de cadena larga, que se producen gracias a la hidrólisis alcalina (generalmente NaOH/ KOH) de una grasa o aceite, con la formación además de glicerol.

2.2.3. SUSTANCIAS IMPLICADAS

Las siguientes son las sustancias implicadas en la reacción química, las cuales deben ser manipuladas con cuidado y atendiendo las normas mínimas para su manipulación contenidas en el anexo 6.

2.2.3.1. **Lípidos:** Son biomoléculas orgánicas formadas básicamente por carbono e hidrógeno y oxígeno, poseen largas cadenas de hidrocarburos lo que le confiere sus características de solubilidad, por lo que son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos, como éter, cloroformo y benceno entre otros.

2.2.3.2. **Ácidos grasos:** Las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos solo contienen enlaces C-H no polares. Los ácidos grasos se almacenan en forma de triglicéridos o grasas, que contienen 3 ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol.

2.2.3.2.1. **Características de los ácidos grasos**

1. El número de carbonos casi siempre es par, lo que se debe al mecanismo de síntesis de los ácidos grasos.
2. Cuando el ácido graso es poliinsaturado, los dobles enlaces nunca son conjugados, si no que se ubican cada tres eslabones en la cadena de carbonos.
3. La mayoría de los ácidos graso insaturados en la naturaleza tienen orientación de los dobles enlaces en posición cis en vez de trans, por lo cual los insaturados en la forma cis tienen puntos de fusión menores que los de trans.

2.2.3.3. **Aceites:** Son grasas ricas en ácidos grasos insaturados lo que les confiere la característica de ser líquidos.

2.2.3.4. **Saponificación:** Es la reacción química que se da entre un ácido graso y una base, obteniéndose como producto una sal del ácido graso y la base usadas, con la característica particular de tener un extremo polar y el otro apolar, permitiendo que interactúe con sustancias diferentes como agua y grasa.

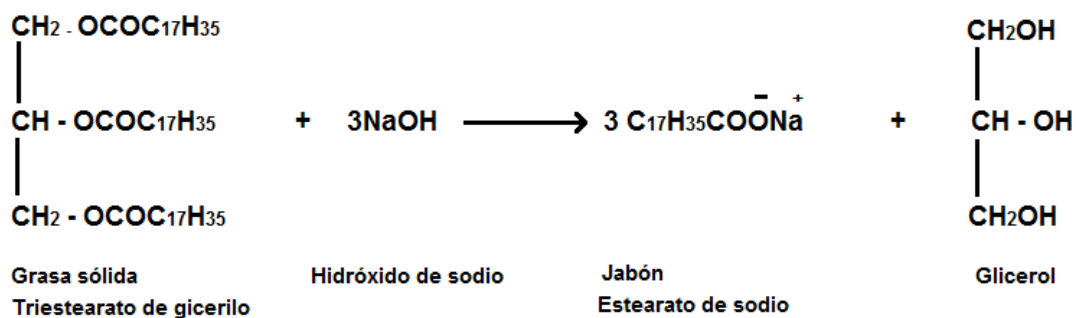
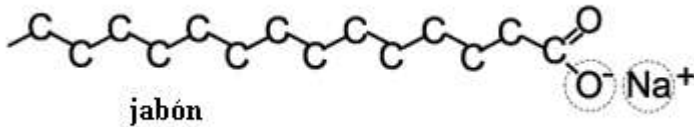
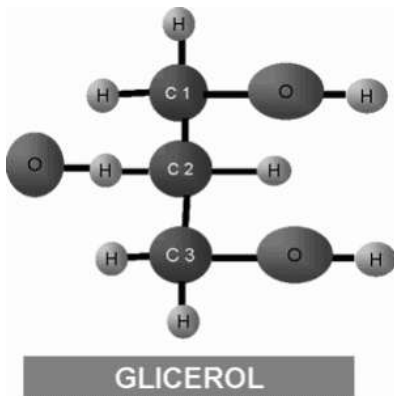


Ilustración 5 : Reacción de saponificación

2.2.3.5. **Jabón:** Es una sal de sodio o potasio de un ácido graso que resulta como producto del proceso de saponificación.



2.2.3.6. **Glicerol:** Es un compuesto alcohólico conocido como 1,2,3 propanotriol, el cual se caracteriza por tener tres grupos hidroxilos(OH), se caracteriza por ser un líquido viscoso, no tiene color y si un olor característico, pero lo más importante es su gran capacidad para absorber la humedad que se encuentra en su alrededor y su capacidad para disolverse en agua



2.2.4. METODOLOGÍA Y DESCRICCIÓN

Se propone un método simple para la producción de jabón a baja escala, usando diferentes grasas, las cuales pueden ser conseguidas fácilmente lo mismo que el hidróxido de sodio y aprovechando el proceso de saponificación (**ÉSTER + Base =====> JABÓN + ALCOHOL**). Igualmente se propone la producción de diferentes jabones es decir tanto sólidos como líquidos aprovechando la diferencia entre grasas animales y vegetales.

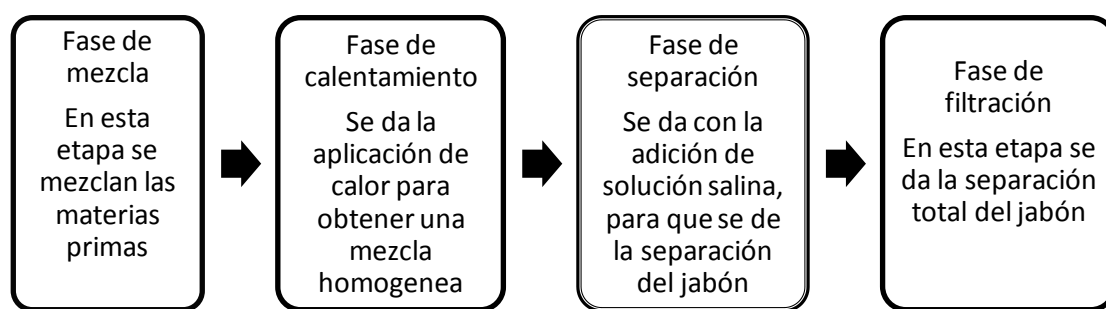
2.2.4.1. MATERIALES

1. 24 g de grasa sólida.
2. 3.2 g de Hidróxido de sodio.
3. 30 ml de agua
4. 20 ml de alcohol etílico.
5. 150 g de cloruro de sodio
6. Solución de agua y alcohol en relación 1:1

2.2.4.2. PROCEDIMIENTO

1. Los estudiantes deben explicar de forma clara la forma como se da el proceso de saponificación a través de mapas conceptuales, antes y después de la experiencia.

2. Coloque 24 gramos de grasa animal o aceite en un beaker mediano y añada 3.2 g de hidróxido de sodio.
3. Agregue 30 ml de agua y 20 ml de alcohol etílico.
4. Agite la mezcla fuertemente y caliente con suavidad sobre una malla de asbesto. Continúe el calentamiento hasta que ebulle.
5. Si el etanol y el agua se evaporan, repóngalos de tiempo en tiempo de tal modo que el volumen permanezca aproximadamente constante, para lo cual se debe tener lista una solución de 100 ml de alcohol etílico y 100 ml de agua.
6. Prepare una solución salina con 150g de cloruro de sodio en 400 ml de agua y filtre.
7. Después de calentar por 45 minutos, verifique que la saponificación se ha completado (Ausencia de glóbulos grasos y olor a grasa), de no ser así caliente otros 10-15 minutos.
8. Agite fuertemente la muestra en saponificación (que contiene jabón, glicerina, hidróxido de sodio de exceso y etanol. Llévela a la solución salina y agite fuertemente durante algunos minutos.
9. Filtre con succión y recoja el jabón precipitado en el filtro, presiónelo con un corcho y lávelo dos o tres veces con porciones de 10 ml de agua helada.



2.2.5. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

Grasa sólida: $C_{57}O_6H_{110}$ con peso molecular de 890 g/mol, asumiendo que el ácido mayoritario es el esteárico.

Hidróxido de sodio: NaOH con peso molecular de 40 g/mol

$$24 \text{ g } \cancel{C_{57}O_6H_{110}} \times \frac{1 \text{ n } C_{57}O_6H_{110}}{890 \text{ g } \cancel{C_{57}O_6H_{110}}} = 0.027 \text{ moles de } C_{57}O_6H_{110}$$

$$0.027 \text{ n } \cancel{C_{57}O_6H_{110}} \times \frac{3 \text{ n } NaOH}{1 \text{ n } \cancel{C_{57}O_6H_{110}}} = 0.081 \text{ moles } NaOH$$

$$0.081 \text{ n } \cancel{NaOH} \times \frac{40 \text{ g } NaOH}{1 \text{ n } \cancel{NaOH}} = 3.24 \text{ gramos } NaOH$$

$$0.027 \text{ n } \cancel{C_{57}O_6H_{110}} \times \frac{3 \text{ n } C_{17}H_{35}COONa}{1 \text{ n } \cancel{C_{57}O_6H_{110}}} = 0.081 \text{ moles } C_{17}H_{35}COONa$$

$$0.081 \text{ n } \cancel{C_{17}H_{35}COONa} \times \frac{306 \text{ g } C_{17}H_{35}COONa}{1 \text{ n } \cancel{C_{17}H_{35}COONa}} = 25 \text{ gramos } C_{17}H_{35}COONa$$

La cantidad de jabón obtenido fue de 26 g inicialmente y 19 después de deshidratarse, por lo tanto el porcentaje de rendimiento es:

$$\% Rto = \frac{\text{Producido real}}{\text{Producido teorico}} \times 100\%$$

$$\% Rto = \frac{19}{25} \times 100 \% = 76 \%$$

2.2.6. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL

La práctica, permite observar la transformación química de los reactivos y el logro de la separación de uno de los productos, reconociendo la naturaleza de los reactivos; es decir, se parte de un reactivo orgánico insoluble en agua (grasa) y otro inorgánico soluble en esta (NaOH), en una solución agua- alcohol, mediado

por un proceso físico de calentamiento que acelera la transformación de los reactivos, aprovechando la naturaleza endotérmica de la reacción.

La siguiente etapa, permite separar el jabón de la glicerina, usando una solución salina, que reduce la solubilidad del producto deseado; para finalmente separar el producto mediante un proceso físico (filtración).

2.2.7. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO

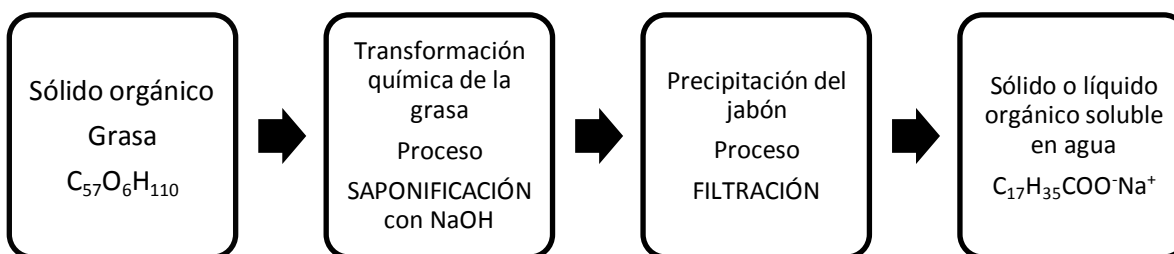


Ilustración 6 : Laboratorio de saponificación, proceso de separación del jabón mediante filtración.

2.3. ESTUDIO DE CASO 3: PRODUCCIÓN DE CO₂ A PARTIR DE CARBONATO DE CALCIO

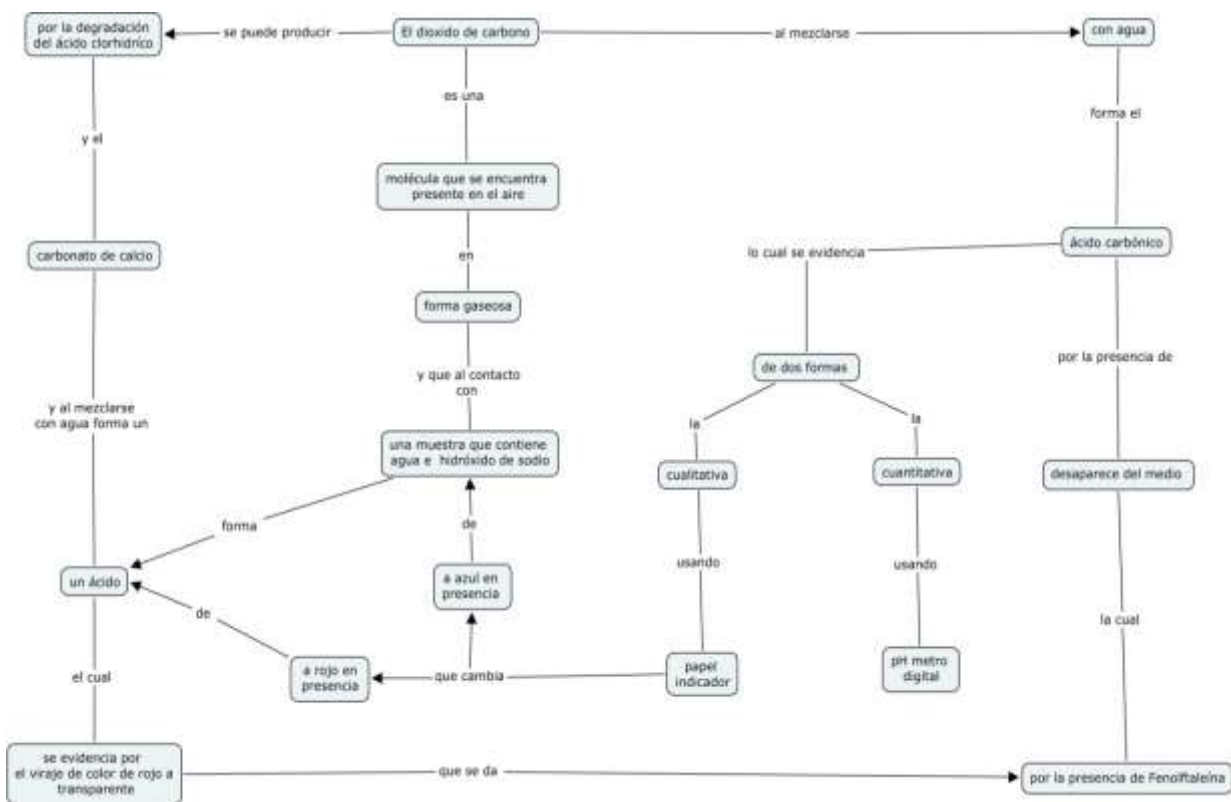
Objetivo general:

Producir y cuantificar una sustancia gaseosa, la cual puede reaccionar con el agua para formar una nueva sustancia de naturaleza ácida, que posteriormente se cuantifica mediante una reacción con una base, empleando un proceso de titulación, cuyo punto final se determina utilizando un proceso físico de cambio del color de una sustancia indicadora.

Objetivos específicos

1. Transformar un sólido inorgánico en un producto gaseoso
2. Recuperar el producto gaseoso recogiéndolo sobre agua.
3. Verificar la formación de un nuevo producto de naturaleza ácida, valorando los cambios en el pH del agua, empleando técnicas cualitativas (papel tornasol) y cuantitativas (pH metro).
4. Cuantificar la cantidad de ácido formado mediante una titulación.

MAPA CONCEPTUAL



Gráfica 12: Mapa conceptual – Producción de CO₂

2.3.1. MARCO CONCEPTUAL

El dióxido de carbono es una molécula que se encuentra presente en el aire en forma gaseosa, su proporción corresponde a 0.04 % V/V aproximadamente, se origina gracias a la respiración de plantas y animales, la combustión de combustibles fósiles y la descomposición de sustancias de origen vegetal y animal.

El dióxido de carbono es uno de los gases invernadero y en cantidades normales es necesario para mantener el planeta con la temperatura adecuada, su exceso es eliminado a través del proceso de la fotosíntesis.

2.3.2. SUSTANCIAS IMPLICADAS

Las siguientes son las sustancias implicadas en la reacción química, las cuales deben ser manipuladas con cuidado y atendiendo las normas mínimas para su manipulación contenidas en el anexo 6.

2.3.2.1. **Carbonato de calcio:** Es un compuesto poco soluble en agua pura, pero que se disuelve fácilmente en soluciones ácidas con desprendimiento de CO₂, como el agua que es ligeramente ácida. Esta es la forma como normalmente las aguas de la superficie pasan al subsuelo en medio de los depósitos de piedra caliza, produciendo aguas duras.

2.3.2.2. **Ácido clorhídrico:** Es un líquido incoloro que presenta un fuerte olor, aunque puede presentar en algún grado una coloración amarilla, por la presencia de cloro, hierro u otro compuesto orgánico, se usa comúnmente de forma diluida, pero su grado reactivo corresponde a 37%

2.3.2.3. **Hidróxido de sodio:** Es un compuesto sólido de color blanco, que absorbe humedad del aire, además de disolverse fácilmente en agua, liberando gran cantidad de calor, es usado en la fabricación de papel, en la producción de textiles y en gran cantidad en la producción de jabón.

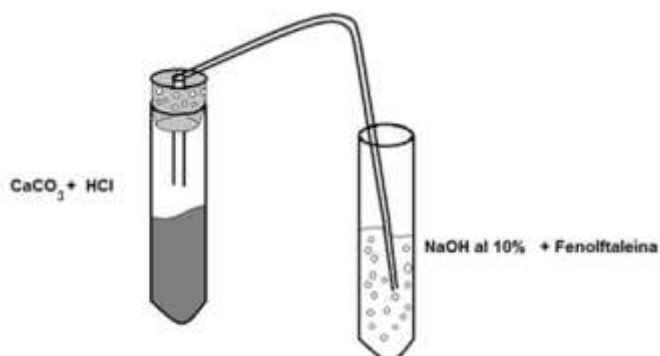
2.3.3. METODOLOGÍA

2.3.3.1. MATERIALES

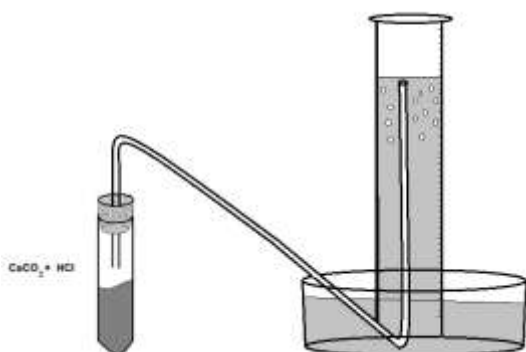
1. Dos tubos de ensayo con tapón perforado.
2. Manguera plástica transparente.
3. 3 gramos de carbonato de calcio
4. 10 ml de agua.
5. Ácido clorhídrico al 37%.
6. 4 gotas de hidróxido de sodio al 10%
7. Fenolftaleína (2 gotas).
8. Papel indicador universal
9. pH metro digital.

2.3.3.2. PROCEDIMIENTO

1. Realiza el montaje que ves a continuación.

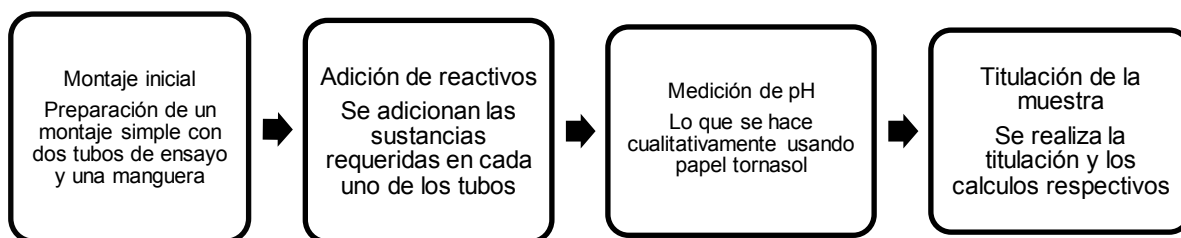


2. El tubo de ensayo de la izquierda con un tapón perforado, se conecta a otro tubo a través de una manguera la cual es introducida en el tubo de la derecha.
3. Posteriormente se le agrega al tubo de la izquierda 8 ml de ácido clorhídrico al 37%, e inserte el tapón.
4. Al tubo de la derecha, que está conectado con el de la izquierda se le adiciona 10 ml de agua y 4 gotas de solución de hidróxido de sodio al 10% y dos gotas de fenolftaleína.
5. Realiza nuevamente el montaje que ves a continuación



6. Al tubo de la izquierda se le agrega 8 ml de ácido clorhídrico al 37%, e inserte el tapón, el cual está unido a una manguera que llega hasta una probeta completamente llena de agua.
7. La reacción dada en el paso anterior hace que el CO_2 formado desplace el agua contenida en la probeta de 1000 ml.

8. Determine el pH de la nueva solución de forma cualitativa y cuantitativa, usando papel indicador y pH metro.
9. Prepare una bureta con una cantidad conocida del titulante (NaOH), de concentración conocida.
10. Tome 5 ml de la solución del tubo de la derecha y titule, para determinar la concentración del ácido formado. Tenga en cuenta que el color rosado tenue se mantenga por 30 segundos, para determinar el punto final de la titulación.
11. Anote el volumen del titulante gastado, para lograr el punto final de la titulación.



2.3.4. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS



Para el CaCO_3

$$3 \text{ g } \cancel{\text{CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ n } \cancel{\text{CaCO}_3}}{100 \text{ g } \cancel{\text{CaCO}_3}} = 0.03 \text{ moles } \text{CaCO}_3$$

Para el HCl

$$D = \frac{m}{v}$$

$$m = D \times v$$

$$\text{masa de sln} = 1.186 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times 8 \text{ ml} = 9.5 \text{ gramos de sln}$$

$$\text{masa HCl} = 9.5 \text{ gramos sln} \times 0.37 \text{ gramos de HCl/gramos sln}$$

$$\text{moles HCl} = 3.5 \text{ g } \cancel{\text{HCl}} \times \frac{1 \text{ n } \cancel{\text{HCl}}}{36.5 \text{ g } \cancel{\text{HCl}}} = 0.096 \text{ moles HCl}$$

Se halla el reactivo límite

$$\frac{0.03 \text{ n } CaCO_3}{1} = 0.03 \text{ moles } CaCO_3$$

$$\frac{0.06 \text{ n } HCl}{2} = 0.048 \text{ moles } HCl$$

Relación estequiométrica

$$0.03 \text{ n } \cancel{CaCO_3} \times \frac{1 \text{ n } \cancel{CO_2}}{1 \text{ n } \cancel{CaCO_3}} = 0.03 \text{ n } \cancel{CO_2} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ n } \cancel{CO_2}} = 1.32 \text{ gramos } CO_2$$

$$D = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{D} = \frac{1.32 \text{ g}}{0,00187 \text{ g/ml}} = 705 \text{ ml}$$

Se halla el rendimiento de la reacción

$$Rto = \frac{\text{Producido real}}{\text{Producido teórico}} \times 100 \%$$

$$Rto = \frac{530 \text{ ml}}{705 \text{ ml}} = 75 \%$$

Igualmente se realizó la titulación del ácido carbónico obtenido como lo muestran los siguientes cálculos:

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

$$0.3 \text{ ml } NaOH \times 2.5 \text{ M } NaOH = 5 \text{ ml } H_2CO_3 \times C2$$

$$C2 = \frac{0.3 \text{ ml} \times 2.5 \text{ M}}{5 \text{ ml}} = 0.15 \text{ M}$$

2.3.5. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL

La práctica permite inicialmente identificar la transformación química de dos reactivos uno sólido (carbonato de calcio) y otro disuelto en agua (HCl), a través de una reacción exotérmica con la consecuente formación de un producto gaseoso (CO₂) el cual es soluble en el agua, pero que adicionalmente puede reaccionar con ella para formar un ácido inorgánico H₂CO₃. Para evidenciar la formación del producto gaseoso, éste se recoge sobre agua y se cuantifica parcialmente midiendo el volumen de agua desplazado por este gas. Para demostrar la reacción del gas con el agua se mide el pH de la solución resultante, utilizando un medio cualitativo: papel universal y, cuantitativamente con un pH metro, finalmente, se realiza una cuantificación del ácido formado mediante una titulación ácido-base.

2.3.6. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO

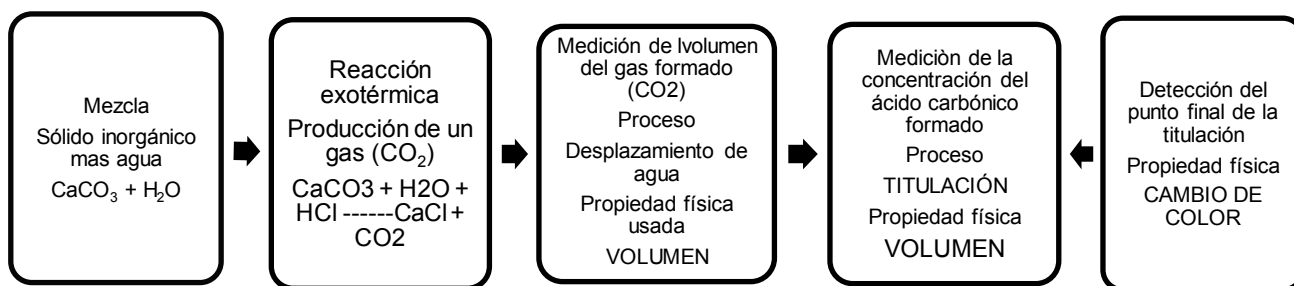


Ilustración 7: Medición del CO₂ y verificación de producción de ácido carbonico.

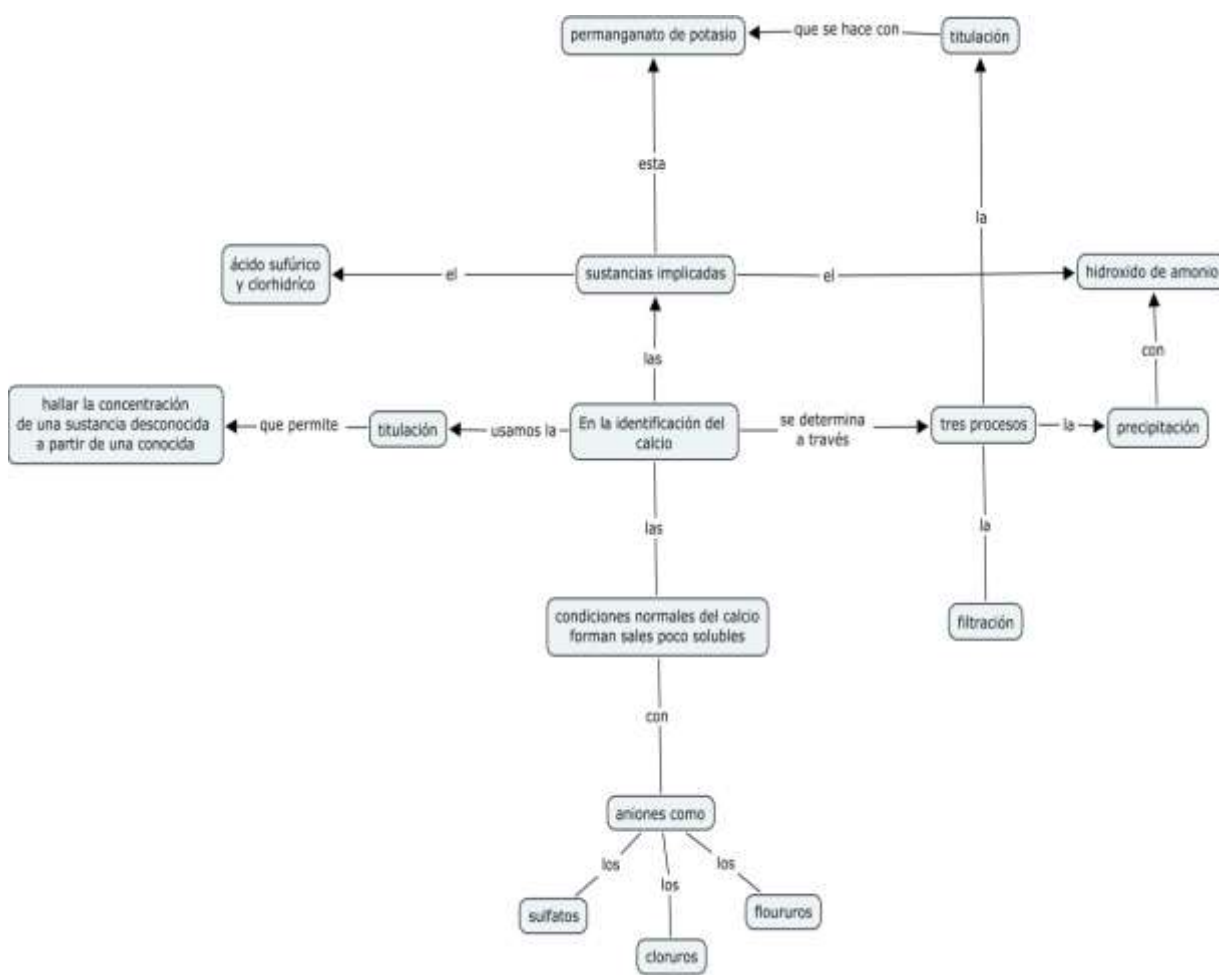
2.4. ESTUDIO DE CASO 4: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL CALCIO PRESENTE EN UNA SOLUCIÓN.

Objetivo general:

Determinar la concentración del calcio presente en una muestra problema a partir de una reacción de precipitación, la separación del producto obtenido, la posterior solubilización de éste y su cuantificación empleando una reacción Redox.

Objetivos específicos

1. Estimar la concentración de calcio en una solución, mediante su transformación en un producto insoluble en el agua (oxalato de calcio).
2. Transformar uno de los componentes del producto insoluble (oxalato), como medio para estimar la concentración del calcio.
3. Utilizar las características físicas de un reactivo (color del permanganato) como un medio para estimar el punto final de una reacción Redox.



Gráfica 13 : Mapa Conceptual para determinación calcio soluble.

2.4.1. MARCO CONCEPTUAL

En condiciones normales el calcio forma sales poco solubles con aniones como sulfatos, cloruro y fluoruro, este se mezcla con el agua a través de la disolución de fuentes externas como sulfatos y silicatos o por la presencia de CO₂ disuelto en el agua, en la cual existe un equilibrio denominado, equilibrio carbónico, que relaciona el hidrogeno carbonato de calcio soluble en agua y el carbonato de calcio, la ecuación de equilibrio que presenta es:



Esta ecuación representa un proceso reversible que permite mantener el equilibrio del pH, además, el calcio y el magnesio son los elementos que le dan la dureza al agua y sus valores varían entre las diferentes aguas y depende del grado de mineralización, por lo que las aguas subterráneas suelen mantener mayores niveles de dicho elemento, las aguas de residuo, suelen tener mayor nivel de este metal y son causantes de muchas de las obstrucciones de estas por sedimentación.

2.4.2. SUSTANCIAS IMPLICADAS

Las siguientes son las sustancias implicadas en la reacción química, las cuales deben ser manipuladas con cuidado y atendiendo las normas mínimas para su manipulación contenidas en el anexo 6.

2.4.2.1. **Permanganato de potasio:** Es un compuesto que está constituido por iones positivos (K⁺) y de permanganato (MnO₄⁻) y se caracteriza por ser un poderoso oxidante, tanto en medios líquidos como sólidos, su uso está muy extendido en especial en el blanqueo de resinas, ceras, grasas y aceites, también en el teñido de lana y telas impresas.

2.4.2.2. **Hidróxido de amonio:** Es el amoníaco disuelto en agua; el amoníaco es un gas incoloro con una densidad menor que la del aire, su olor es penetrante y en estado puro es llamado usualmente amoníaco anhidro, su uso está dado en limpiadores de tipo industrial como los usados como removedores de pisos y adhesivos.

2.4.2.3. **Cloruro de calcio:** Es una sustancia química de tipo inorgánico, en forma de cristales incoloros; se disuelve en el agua produciendo una reacción de tipo exotérmico. Dada sus características de alta higroscopicidad suele emplearse como elemento desecante en muchas aplicaciones.

2.4.2.4. **Ácido sulfúrico:** Es un líquido corrosivo, de mayor densidad que el agua, de aspecto incoloro y de olor picante y penetrante. Es considerada la sustancia más importante en la industria química mundial, se forma a partir de la disolución del óxido de azufre en agua.

2.4.3. METODOLOGÍA

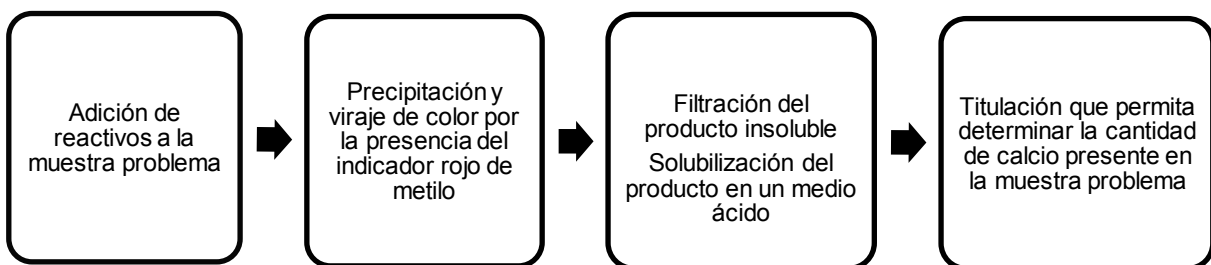
2.4.3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Solución de concentración desconocida de calcio.
2. KMnO_4 0.4 M
3. HCl concentrado
4. Solución de $\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$ al 6% p/v
5. Rojo de metilo
6. NH_4OH (1:3)
7. CaCl_2
8. Solución de H_2SO_4 (1:10)
9. Balón aforado de 250 ml
10. Pipeta graduada
11. Pipeta aforada de 25 ml
12. 2 beaker de 400 ml
13. 1 beaker de 100 ml
14. Papel filtro cualitativo
15. Embudo.
16. Buretas.
17. Vaselina.

2.4.3.2. PROCEDIMIENTO

1. Tomar una solución de calcio de concentración desconocida, se transfiere cuantitativamente a un balón de 250 ml y se completa con agua hasta el aforo, homogenizando luego.
2. A un vaso de precipitados, adicione en su orden, 100 ml de agua, 0.5 ml de HCl concentrado y una alícuota de 25 ml de la solución de concentración desconocida de calcio. Calentar hasta ebullición.
3. Adicione ahora 20 ml de solución de $\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$ (concentración: 2.0 g $\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$ en 50 ml.) y 3 gotas del indicador de rojo de metilo caliente.
4. Con una pipeta adicione solución de NH_4OH (1:3), rápidamente hasta que comience la precipitación y luego lentamente gota a gota durante unos tres minutos hasta que el indicador vire de rosado a amarillo débil.

5. Efectúe una digestión durante un cuarto de hora. Compruebe si la precipitación fue completa, añadiendo 0.5 ml de oxalato de amonio. Deje reposar la mezcla durante 10 minutos.
6. Filtre el precipitado formado, utilizando un papel filtro cuantitativo. Transfiera el precipitado cuantitativamente al papel de filtro usando solución fría de oxalato de amonio diluido. Lave el precipitado sobre el papel con tres porciones sucesivas de agua fría hasta que las últimas porciones de agua de lavado estén exentas de ión oxalato. (ensaye con unas gotas de solución de CaCl_2 diluido).
7. Retire el papel de filtro que contienen el precipitado, desdóblelo y colóquelo sobre la pared interior de un beaker de 400 ml. Con un chorro de agua arrastre el precipitado al fondo del beaker.
8. En otro beaker, caliente 20-25 ml de H_2SO_4 diluido; haga gotear el ácido caliente, con la ayuda de un agitador de vidrio, sobre el papel de filtro para disolver el oxalato de calcio.
9. Lave el papel de filtro con agua dos veces. Deseche el papel.
10. Diluya la solución a unos 200 ml de agua. Caliéntela casi a ebullición.
11. Cargue una bureta con solución de KMnO_4 de Molaridad exactamente conocida y titule la solución de oxalato de calcio caliente, hasta que se dé la aparición de un color violeta pálido que persiste por 30 segundos.
12. Anote el volumen de KMnO_4 gastado y calcule los miligramos de calcio en la muestra inicial.



2.4.4. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

La siguiente operación matemática nos permite estimar la concentración de la solución de permanganato de potasio

$$20 \text{ g } \text{KMnO}_4 \times \frac{1 \text{ n } \text{KMnO}_4}{158 \text{ g } \text{KMnO}_4} = 0.126 \text{ n } \text{KMnO}_4$$

$$M = \frac{n \text{ sto}}{L \text{ sln}}$$

$$M = \frac{0.126 \text{ n KMnO}_4}{0.3 \text{ L}} = 0.4 \text{ M}$$

Ahora se debe determinar la concentración de calcio presente en la muestra

$$V_1 = 0.2 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 0.0002 \text{ L}$$

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$0.0002 \text{ L} \times 0.4 \text{ M} = 0.2 \text{ L} \times C_2$$

$$C_2 = \frac{0.00002 \text{ L} \times 0.4 \text{ M}}{0.2 \text{ L}} = 0.0004 \text{ M}$$

Para finalmente determinar la cantidad de gramos totales de la muestra

$$M = \frac{n \text{ sto}}{L \text{ sln}}$$

$$n \text{ sto} = M \times L \text{ sln}$$

$$n \text{ sto} = 0.0004 \frac{n \text{ sto}}{L \text{ sln}} \times 0.2 \text{ L} = 0.00008 \text{ n Ca} \times \frac{40 \text{ g Ca}}{1 \text{ n Ca}} = 0.0032 \text{ g Ca}$$

2.4.5. ASPECTOS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL PROCESO EXPERIMENTAL

La práctica de laboratorio permite estimar la concentración del calcio en una muestra problema empleando inicialmente una reacción de precipitación, formación de un producto insoluble en el agua (oxalato de calcio), la separación del

producto insoluble mediante un proceso físico de filtración; la solubilización del oxalato de calcio en un medio ácido, para liberar el oxalato y poder transformarlo químicamente mediante una reacción de oxidación-reducción con el ion permanganato, en la que el mismo permanganato sirve como sistema de autoindicación física (cambio de color) en una titulación redox.

2.4.6. ASPECTOS FÍSICOS DEL PROCESO

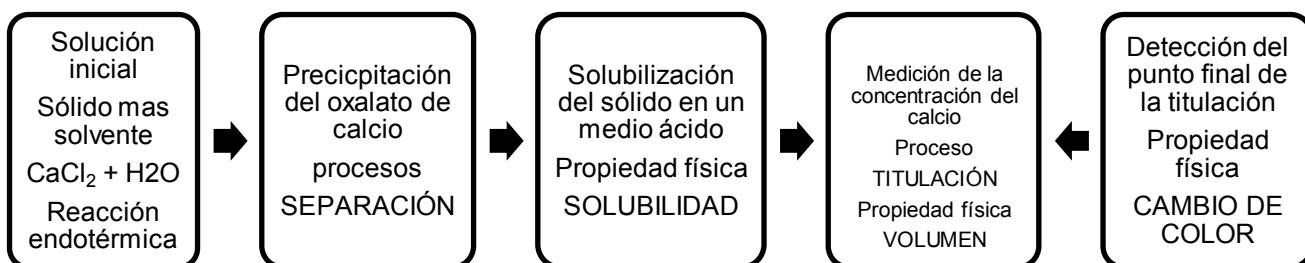


Ilustración 8: Medición de la concentración del calcio soluble en una muestra problema, mediante una titulación redox.

CONCLUSIONES

El análisis realizado después de un periodo de cinco meses, donde se desarrolló un trabajo teórico-práctico, se orientó bajo dos perspectivas, por un lado la aplicación del método tradicional en el grado 11^o1, llamado de control y en el cual se empleó el uso de clases magistrales acompañadas de talleres a papel y lápiz, por el otro, la aplicación del método bajo el enfoque sistémico en el grado 11^o2; el cual consistió en desarrollar conceptos relacionados con el tema, para luego articularlos en mapas conceptuales y posteriormente aplicarlos en el desarrollo de experiencias prácticas de laboratorio; nos permitió dejar claro varios aspectos, el primero tiene que ver con la pertinencia, el segundo con la eficacia y un tercero con la motivación.

Frente al primer aspecto, el modelo aplicado permitió que los estudiantes relacionaran de forma adecuada los conceptos teóricos y matemáticos de los casos estudiados, mediante la construcción de mapas conceptuales y su posterior verificación en la práctica; aplicando un principio fundamental en la enseñanza de las ciencias fácticas: conectar el cerebro con las manos; una herencia olvidada de la cultura griega.

En cuanto a la eficacia del método de enseñanza ensayado en esta investigación, nuestro modelo pudo mejorar sustancialmente las capacidades de formalización e interpretación de los fenómenos químicos en un grupo de estudiantes, que al iniciar la experiencia, presentaba un nivel de rendimiento muy por debajo del grupo control.

Igualmente, permitió verificar que con el modelo tradicional de enseñanza se alcanza un tope de apropiación de los conocimientos después del cual, ni el tiempo, ni los talleres continuos de papel y lápiz, ni las explicaciones magistrales del docente, permiten que se supere. Esto se evidencia al comparar los resultados del grupo control considerando el análisis de componentes principales, lo que mostró unos niveles de competencia que no mejoraron al comparar los resultados del primer cuestionario con los obtenidos después de la segunda evaluación

Finalmente, el modelo aplicado, basado en la teoría de sistemas, permite un mayor dinamismo alrededor de un problema determinado, pues no solo desarrolla un concepto general y lo analiza en sus partes constitutivas, si no que permite su verificación a través de los estudios de casos, que son en definitiva el argumento práctico mas fuerte que logra motivar a un estudiante adormilado por un sistema educativo pasivo que solo le ofrece teorías y conceptos desarticulados. Un método de enseñanza basado en el principio de lo que se hace se aprende y capaz de

hacer verdaderas transformaciones en nuestro quehacer pedagógico, lo que permitirá entregar a las Universidades personas mas competentes evitando así el despilfarro de recursos en la nivelación de los mismos.



La aplicación del análisis en componentes principales (ACP), permitió evaluar de una manera efectiva y concreta el proceso de enseñanza-aprendizaje mostrando mediante cuatro variables sintéticas los cambios en las competencias de los grupos de estudiantes evaluados. Estas cuatro variables explican más del 80% de la variabilidad de los datos.

Bibliografía

- Bunge, M. (1980). Epistemología. *Ariel*, 101.
- Castelan, S. M., & Hernández, M. G. (s.f.). Obtenido de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoria/v10/pdf/carteles/1398-F.pdf>
- Castelan, S. M., & Hernández, M. G. (09 de Octubre de 2011). Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoria/v10/pdf/carteles/1398-F.pdf>
- Evans, K. L., Yaron, D., & Leinhardt, G. (8 de Mayo de 2008). Learning stoichiometry: a comparison of text and multimedia formats. *Chemistry Education Research and Practice*, 208-217.
- Furió, C. A. (Agosto de 2004). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Investigación didáctica*, 24(1), 43-58.
- Grisolía, M., & V. Grisolía, C. (2009). Integración de elementos didácticos y del diseño en el software educativo hipermedial "Estequiometría. Contando masas, moles y partículas". *Revista Electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 440-465.
- Jiménez, V. G., & Llitjós, V. A. (Marzo de 2005). Recursos didácticos audiovisuales en la enseñanza de la química : una perspectiva histórica. *TIC Y EDUCACIÓN QUÍMICA*, 158-163.
- Loaiza, M. J. (2011). DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS Y DE RELACIONES EN MEZCLAS HOMÓGENEAS EN UN CURSO DE ESTEQUIOMETRIA. 70-114.
- Moreira, M. A. (1993). LA TEORIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL. *Serie enfoques didácticos*, 18-54.
- Moreno, R. J., Herreño, C. J., Giraldo, L. V., Fuentes, J. W., & Casas, J. (Mayo de 2009). Estequiometría visible. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 477-482.
- Nieto, C. E., Garritz, A., & Flor, R. (12 de Octubre de 2007). Cuál es el conocimiento básico que los profesores necesitan para ser más efectivos en sus clases? El caso del concepto Reacción química . *TEA*(22), 32-48.
- Ramírez, O. N. (Junio de 2010). Aplicación de conceptos y relaciones estequiométricas en el trabajo práctico experimental. *Asociación Colombiana para la investigación en Ciencias Y Tecnología EDUC y T*, 21-23.
- Reyes, C. F., & Garritz, A. (Octubre-Diciembre de 2006). CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONCEPTO DE "REACCIÓN QUÍMICA" EN PROFESORES UNIVERSITARIOS MEXICANOS. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(031), 1175-1205.

- Reza, G. J., Ortiz, E. L., Feregrino, H. V., Dosal, G. M., & Córdova, F. J. (2009). Resolución algebraica de problemas estequimétricos. *Revista de investigación y experiencias didácticas*(8), 1658-1663.
- rotatorsurvey. (s.f.). Recuperado el 13 de Abril de 2012, de El software procesador de encuestas: <http://www.rotatorsurvey.com/modulos.php?num=modulo1>
- Tamayo, A. O. (2009). La evolución conceptual en la enseñanza y y el aprendizaje de las ciencias. *Didáctica de las Ciencias*, 29-48.
- Terrádez, G. M. (s.f.). Recuperado el 16 de Mayo de 2012, de http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf
- Valderrama, N. A., & Gonzales, G. P. (2010). En busca de alternativas para facilitar la enseñanza – aprendizaje de la estequiometría. *Revista sobre docencia Universitaria* , 1(1), 1-8.
- Vergnaud, G. (1990). Teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10(2.3), 133-170.
- Viches, A., & Gil, P. D. (1 de Abril de 2010). Algunas consideraciones clave, pero generalmente olvidadas, para lograr la comprensión del concepto de cantidad de sustancia. *Didáctica de la química*, 207-209.

ANEXO 1

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Formando Ciudadanos Competentes y Solidarios ESCUELA ASOCIADA DE LA UNESCO	
Walter Del valle Montoya	LA ESTEQUIOMETRIA	Marzo de 2012

NOMBRE: _____


GRADO: _____

La siguiente es una encuesta que permitirá determinar los conocimientos básicos en estequiometría tanto desde la cotidianidad como desde lo meramente académico. Para esto debes marcar las respuestas con una X en los números atendiendo a la siguiente escala valorativa

- 1 No sabe
- 2 Medianamente
- 3 Regularmente
- 4 Claramente

Nº	Preguntas	1	2	3	4
1	Conoces y puedes definir el concepto de estequiometría				
2	Identificas conceptos básicos como átomo, elemento, molécula y compuesto, necesarios para entender el concepto estequimétrico.				
3	Conoces los postulados de Dalton y su relación con las ecuaciones estequiométricas.				
4	Identificas los elementos matemáticos necesarios para resolver operaciones con ecuaciones químicas.				
5	Tienes claridad de que es y cómo se desarrolla una reacción química y que procedimientos permiten obtener los resultados deseados.				
6	Diferencias reactivos de productos.				
7	Reconoces la diferencia entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.				
8	En la práctica podrías diferenciar una reacción con o sin transferencia de electrones				
9	Entiendes que significan las palabras rendimiento y pureza				
10	Identificas el reactivo límite en una reacción sencilla				
11	Cuando lees en un rotulo de un producto del mercado la palabra porcentaje, sabes a que hace referencia.				
12	Cuando realizas actividades cotidianas en tu vida reconoces aplicaciones de la estequiometría.				

ANEXO 2

	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Fomento Ciudadanos Competentes y Solidarios ESCUELA ASOCIADA DE LA UNESCO</p>	
Fecha de este trabajo	TEST DE CONCEPTOS TEÓRICOS EN ESTEQUIOMETRIA	Marzo de 2012

NOMBRE: _____

GRADO: _____

Señor estudiante usted debe responder en sus hojas a las definiciones que considere para cada uno de los conceptos propuestos.

CONCEPTOS GENERALES

1. Conceptos básicos

Este ítem hace referencia a conceptos básicos que soportan los conceptos mínimos necesarios para comprender la temática tratada.

Átomo
Elemento
Molécula
Masa atómica
Masa molecular
Número atómico
Sustancia
Compuesto
Mezcla
Solución

2. Conceptos matemáticos

Hace referencia a conceptos matemáticos que soportan la solución de ejercicios prácticos

Coefficiente
Subíndice
Superíndice

3. Conceptos de ecuaciones químicas

Se consideran los elementos necesarios para plantear una ecuación química y algunas unidades de medida

Cantidad de sustancia
Unidad de masa atómica (uma)
Fracción molar
Mol
Enlace
Ecuación química
Fórmula molecular
Ión

Reactivos
Productos

TIPOS DE REACCIONES

1. Reacciones con liberación de calor

Con base a si en estas hay o no desprendimiento de calor podemos definir

Exotérmica
Endotérmica
Exigera
De intercambio energético

2. Reacciones con formación de nuevos compuestos

Se hace referencia a la formación de nuevos compuestos a partir de compuestos iniciales con o sin desprendimiento de calor

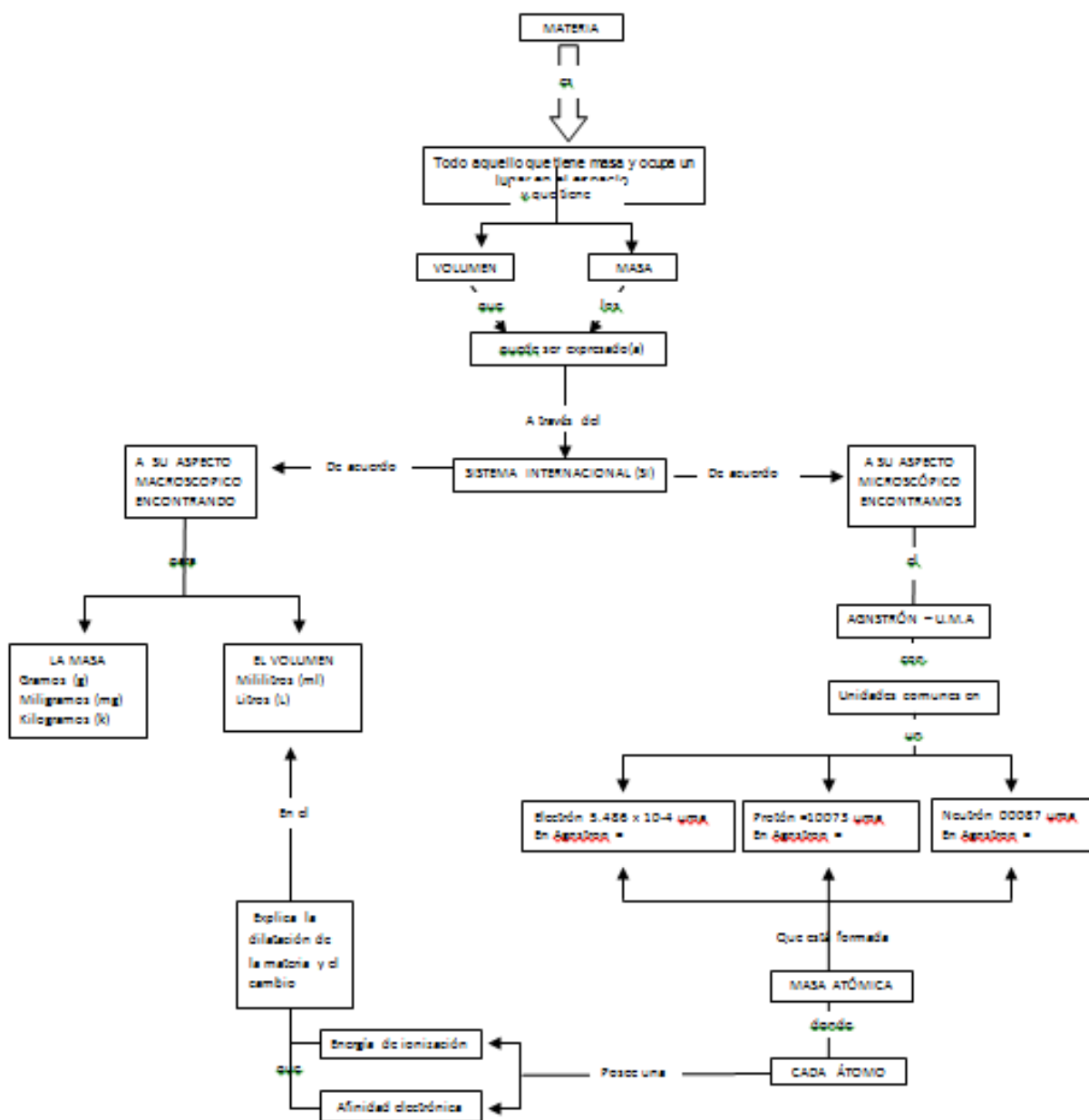
a. Reacciones sin transferencia de electrones
Reacciones de síntesis o combinación
Reacciones de descomposición
Reacciones de desplazamiento simple o sustitución
Reacciones de doble desplazamiento o intercambio

b. Reacciones con transferencia de electrones
Reacciones de óxido-reducción

CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

Rendimiento teórico
Reactivo límite
Reactivo en exceso
Producto real
Producto teórico

ANEXO 3



ANEXO 4

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE Formando Ciudadanos Competentes y Solidarios ESCUELA ASOCIADA DE LA UNESCO	
Walter del valle M.	SEGUNDO CUESTIONARIO DE ESTEQUIOMETRIA	Junio de 2012

NOMBRE: _____

GRUPO: _____

Señor estudiante recuerde sustentar en hoja anexa los puntos que se ameriten procesos matemáticos o definición de conceptos, según se defina para cada punto, de lo contrario solo marque con una X la respuesta apropiada.

CONCEPTOS GENERALES

Un material A presenta las siguientes características:

Peb = 120°C Densidad = 2.1 g/ml Pf 0.5°C

Al calentar A fuertemente produce dos materiales B y C que poseen propiedades características. Cuando B y C se someten separadamente a calentamiento, no producen materiales más sencillos que ellas. Una de las características de C es el ser muy soluble en agua, mientras B es insoluble. De acuerdo con esta información:

1. El material A es:

- A Una mezcla
- B Una solución
- C Un compuesto
- D Un elemento

2. Como se separaría una mezcla B y C

- A Disolviendo en agua
- B Por cromatografía
- C Por filtración
- D Por decantación

3. A un tubo de ensayo que contiene agua, se le agregan 20g de NaCl; posteriormente, se agita la mezcla y se observa que una parte del NaCl agregado no se disuelve permaneciendo en el fondo del tubo. Es válido afirmar que en el tubo de ensayo el agua y el NaCl conforman:

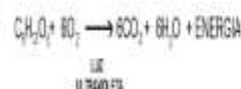
- A Una mezcla heterogénea
- B Un compuesto
- C Una mezcla homogénea
- D Un coloide

4. A una mezcla de los líquidos X y W, inmiscibles entre sí, se agrega una sal que es soluble en los 2 líquidos. Posteriormente se separa la mezcla por decantación en dos recipientes. El líquido X se evapora completamente quedando en el recipiente la sal como sólido. De acuerdo con esta información, si se evapora completamente la mezcla inicial (X, W y sal) es probable que:

- A quede una menor cantidad de sal en el recipiente
- B quede en el recipiente el líquido W y la sal disuelta
- C el recipiente quede vacío
- D quede una mayor cantidad de sal en el recipiente

CONCEPTOS MATEMÁTICOS

Los carbohidratos se transforman en energía y otros productos en presencia de oxígeno como lo representa la siguiente ecuación.



5. En una atmósfera compuesta en un 80% de Hidrógeno y 20% de Dioxido de Carbono, y que permite el paso de la luz ultravioleta, se tiene una cantidad de Glucosa. Transcurrido un tiempo y al analizar los gases de la atmósfera se tiene que la siguiente:

- A contiene 20% de CO₂, 40% de H₂O y 40% de H₂
- B contiene 10% de CO₂, 10% de H₂O y 80% de H₂
- C contiene 40% de CO₂, 20% de H₂O y 40% de H₂
- D contiene 20% de CO₂ y 80% de H₂

En cuatro recipientes se han mezclado las cantidades de agua y alcohol que se muestran a continuación.

RECIPIENTE	m DE ALCOHOL	m DE AGUA
1	200	400
2	50	200
3	150	300
4	750	750

6. El porcentaje en volumen de mezcla del recipiente 2 es: sustente

- A 16.6 %
- B 20 %
- C 25 %
- D 30 %

7. Los recipientes que presentan el mismo porcentaje en volumen son:

- (sustente)
- A 1 y 2
 - B 1 y 3
 - C 2 y 3
 - D 3 y 4

Un material A presenta las siguientes características:

Peb = 120°C Densidad = 2.1 g/ml Pf 0.5°C

Al calentar A fuertemente produce dos materiales B y C que poseen propiedades características. Cuando B y C se someten separadamente a calentamiento, no producen materiales más sencillos que ellas. Una de las características de C es el ser muy soluble en agua, mientras B es insoluble. De acuerdo con esta información:

8. Si se hubiera dispuesto de 15 g de A y se tuviesen 4g de B, en qué proporción se combinarían B y C para formar A (sustente):

- A 15 : 4
- B 4 : 15
- C 4 : 11
- D 11 : 4

CONCEPTOS DE ECUACIONES QUÍMICAS

9. De acuerdo con la fórmula química del sulfato de aluminio Al₂(SO₄)₃, es válido afirmar que éste:

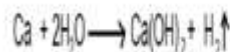
- A tiene dos moléculas de Al
- B está compuesto por tres clases de moléculas

- C tiene cuatro átomos de O
 D está compuesto por tres clases de átomos
10. Es válido afirmar que la ecuación siguiente, cumple con la ley de la conservación de la materia, porque(sustente):



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

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



11. De acuerdo con la ecuación anterior, si reaccionan 10 moles de agua con 3 moles de calcio probablemente: (explique)
- A los reactivos reaccionarán por completo sin que sobre masa de alguno
 B el calcio reaccionará completamente

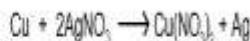
- y permanecerá agua en exceso
 C se formarán 13 moles de hidrógeno
 D se formará un mol de hidróxido de calcio

12. Un estudiante toma 25 ml de solución de un ácido y los mezcla con 25 ml de solución de una base. Luego coloca dos trozos de papel tornasol en la mezcla, uno rojo y uno azul, observando que el azul se vuelve rojo y el rojo no cambia de color. Es correcto que el estudiante concluya que:

- A la mezcla contiene más iones hidronio que hidróxido.
 B cuando un ácido y una base reaccionan, se forma agua, por lo que la solución debe ser neutra.
 C la mezcla contiene más iones hidróxido que hidronio.
 D cuando un ácido y una base reaccionan, se forma agua y otro ácido, por lo que la solución debe ser ácida.

REACCIONES DE OXIDO REACCIÓN

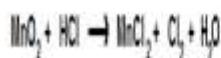
Al sumergir un alambre de cobre en una solución incolora de nitrato de plata, se forma un sólido insoluble visible en forma de cristales metálicos y la solución se torna azul debido a que los iones de cobre desplazan a los iones de plata produciendo una sal soluble en agua. La ecuación general que describe la reacción es:



13. Después de sumergir el alambre, el precipitado que se forma corresponde a:

- A Una sal de plata

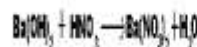
- B una sal de cobre
 C plata metálica
 D cobre metálico



14. Si un estudiante realiza dicha reacción en el laboratorio, cuantos gramos de HCl requeriría para reaccionar con 50 gramos de MnO₂? (sustente)

- A 24 gramos
 B 83 gramos
 C 104 gramos
 D 16 gramos

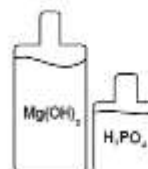
15. La obtención del Nitrato de Bario se produce por la reacción



En condiciones normales, un mol de HNO₃ reacciona con suficiente Ba(OH)₂ para producir: (sustente)

- A 1/2 mol de Ba(NO₃)₂
 B 1 mol de Ba(NO₃)₂
 C 2 mol de Ba(NO₃)₂
 D 2/3 de mol de Ba(NO₃)₂

El siguiente dibujo muestra los frascos que un estudiante compra en el supermercado para preparar un brebaje del cual espera sacar un producto para la venta.



16. De la mezcla anterior usted esperaría que el estudiante sacara al mercado?

- A $\text{MgHPO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 B $\text{MgHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 C $\text{MgPO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 D $\text{MgHPO} + \text{H} \uparrow$

CALCULOS ESTEQUIOMETRICOS

17. Cuantos gramos de azufre, S₈ es preciso disolver 100 g de naftaleno, C₁₀H₈ para preparar una solución 0.16 molal? (sustente)

- A 2.1 g de S₈
 B 4.1 g de S₈
 C 5.1 g de S₈
 D 6.1 g de S₈

18. Se tienen 1000ml de una solución 0,5 M de KOH con pH = 13,7. Si a esta solución se le adiciona 1 mol de KOH es muy probable que: (explique)

- A permanezca constante la concentración de la solución
 B aumente la concentración de iones [OH]
 C permanezca constante el pH de la solución
 D aumente la concentración de iones [H⁺]

19. Cuantos gramos de cloro esperaría dicho estudiante producir a partir de 50 gramos de MnO₂?

- A 40 gramos
- B 24 gramos
- C 21 gramos
- D 104 gramos

20. 40 ml de HCl 0.15 N neutralizan justamente 35 de una solución de KOH. La concentración de esta solución es : (sustente)

- A 0.14 N
- B 0.21 N
- C 0.31 N
- D 0.17 N

ANEXO 5

	<p>INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE "Formando Ciudadanos Competentes y Solidarios" ESCUELA ASOCIADA DE LA UNESCO CIENCIAS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE – QUÍMICA NOMBRE DE LA PRÁCTICA</p>	
---	---	---

Integrantes: _____

Grupo: _____

Objetivo general: _____

Objetivos específicos: _____

INTRODUCCIÓN

En este punto se hace un pequeño resumen de los aspectos más importantes del tema a que se refiere la práctica de laboratorio, teniendo en cuenta los que tienen que ver con las definiciones y las relaciones existentes entre los elementos teóricos relacionados en el tema.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO

Se debe hacer una lista de cada uno de los elementos que se usaran en la práctica, tanto de las sustancias como del material del laboratorio, así mismo el procedimiento se presentara en forma de diagrama de flujo o de forma literal atendiendo al orden en que se sigan los pasos de la experiencia de laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentara primero una o varias tablas de datos, según sea el caso, donde se registren, cada uno de los procedimientos y los resultados obtenidos, así mismo se deben realizar los cálculos de ser necesarios y por último se debe dejar consignados los comentarios, que explican los posibles porqué de los resultados obtenidos y los soportes matemáticos con los cuales se pueden explicar.

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Temperatura de los reactivos antes de la mezcla	°C
Cloruro de potasio	30
Solución salina	25
Permanganato de potasio	32
.....
.....
.....
.....

CONCLUSIONES

Las conclusiones recogen todas las observaciones que se realizaron a través de la experiencia con una mirada más objetiva, procurando dar las explicaciones de lo sucedido y demostrando la veracidad del método y la importancia de su aplicación.

BIBLIOGRAFIA

En este punto se debe recopilar todas las fuentes bibliográficas escritas o virtuales, que se consultaron antes de la práctica, teniendo en cuenta escribirlas en orden alfabético y con toda la información requerida.

ANEXO 6

NORMAS MÍNIMAS PARA MANIPULAR SUSTANCIAS DE INTERES EN EL LABORATORIO

1. Se debe tener en cuenta las normas mínimas para manipular compuestos como el Hidróxido de sodio, el cual causa irritación en la piel, por lo que a su contacto se debe lavar la parte afectada con abundante agua.
2. Para el caso de los alcoholes, estos se deben manipular con cuidado, además no deben estar cerca de una llama abierta.
3. Para el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico se debe tener cuidados especiales, pues estos irritan fácilmente mucosas y piel, por lo tanto debe ser usado en lo posible en su forma diluida, se sugiere además el uso de mascarilla. En caso de quemadura lavar con abundante cantidad de un antiácido.