



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo

Claudia Cecilia Piedrahita Díaz

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de ciencias
Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín
2015

La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo

Claudia Cecilia Piedrahita Díaz

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Director:

MSc. Alberto Alejandro Piedrahita Ospina

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de ciencias
Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín
2015

Dedicatoria

A mi esposo

Dedico este esfuerzo y satisfacción a Daniel Marín Congote por darme ánimo para seguir adelante y no desfallecer en las dificultades que se me presentaban, mostrándome cómo afrontar las adversidades sin perder las fuerzas ni debilitarme en el intento por culminar satisfactoriamente este proyecto.

A mi hijo

Jerónimo Marín Piedrahita por permitirme que le tomara parte de su tiempo de crianza, quien ha sido mi mayor motivación y felicidad.

Agradecimientos

A Dios por guiarme en este camino lleno de sabiduría y nuevos aprendizajes que fueron adquiridos con cada amanecer que él me regalaba, por permitirme estar al lado de mi linda familia y por dejarme alcanzar esta nueva meta propuesta en mi vida.

Al Profesor Alberto Alejandro Piedrahita Ospina, Docente de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, por su conocimiento y colaboración incondicional en la construcción de la simulación en el programa Netbeans IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).

A la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín por ayudarme con los recursos necesarios para llevar a cabo una de las etapas de mi proyecto de vida optando al título de Magister en Enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales.

A mis padres que desde el cielo siempre me acompañan y que me dieron la vida enseñándome valores y principios que se ven reflejados en lo que soy.

A la familia de mi esposo y a Olga Lucia Ospina Aguilar que en todo momento estuvieron ahí al cuidado de mi hijo, dispuestos todo el tiempo en ayudarme, para alcanzar el desarrollo efectivo de este trabajo.

A mis compañeros de Maestría por sus lazos de amistad y cada minuto de su tiempo compartido, especialmente a mi compañero Yonier Barahona Henao por su colaboración, su tiempo y sus aportes, motivándome a realizar esta simulación para mejorar mi práctica docente.

A todos mil gracias.

Resumen

En este trabajo se presenta una simulación didáctica virtual que busca contribuir en los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto reacción química para estudiante de la secundaria, incrementando sus niveles de comprensión y su dominio conceptual. La propuesta está diseñada con base a la apreciación de los estudiantes, quienes advierten que la enseñanza de la química se descontextualiza de su vida cotidiana y de su entorno. Así mismo, los métodos de enseñanza utilizados por la mayoría de los docentes están basados en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados, lo que constituye una práctica aburrida en la que los estudiantes no tienen ningún tipo de participación. La ausencia del componente experimental y del uso de las tecnologías, además del hecho de no abordar desde la química problemas relevantes de nuestro tiempo que despierten el interés del estudiante, contribuyen a la desmotivación y al fracaso escolar. Se realizará una simulación virtual aplicativa usando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) muy convenientes por su efectividad y aceptación en el aprendizaje de la química.

Palabras clave: Simulación, Enseñanza, Aprendizaje, Reacciones Químicas, Entornos Virtuales y TIC.

Abstract

This paper presents a virtual educational simulation that aims to contribute to the teaching-learning of the concept chemical reaction for the students secondary school, increasing the understanding levels and conceptual domain. The proposal is designed based on the observations of the students, who notice the teaching of chemistry is descontextualized of their daily life and their environment. In the same way, the teaching methods used by the majority of the teachers are based on the verbal transmission of elaborate knowledge, establishing a boring practice in which the students don't have any participation. The absence of the experimental practice and not using the technology, in addition to not dealing the main problems today in the teaching of chemistry, contribute to the discouragement and failure. The application of the virtual simulation will use the information and communication technologies that are very appropriate due to their effectiveness and acceptance in the teaching of chemistry.

Keywords: Simulation, Teaching, Learning, Virtual Environments, Chemical Reaction, ICT.

Tabla de Contenido

1. Aspectos Preliminares	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Justificación del problema	12
1.4 Antecedentes.....	13
1.5 Objetivo general	15
1.5.1 Objetivos específicos	15
1.6 Metodología	15
1.7 Cronograma.....	17
2. Marco Referencial	18
2.1 Marco teórico	18
2.1.1 Constructivismo	18
2.1.2 Entornos virtuales.....	19
2.1.3 Simulación.....	19
2.2 Marco disciplinar.....	20
2.2.1 Representación de los fenómenos químicos	20
2.2.2 Clasificación de las reacciones químicas.....	22
2.2.3 Leyes de las reacciones químicas.....	31
2.2.4 Reactivo limitante	33
2.2.5 Rendimiento de una reacción química	33
2.2.6 Calor de reacción	33
2.2.7 Velocidad de reacción.....	35
2.3 Marco Legal	36
2.3.1 A nivel internacional	36
2.3.2 A nivel nacional	37
2.3.3 A nivel regional	38
2.3.4 A nivel local.....	39
3. Diseño y construcción de una simulación expresiva	41
3.1 El volumen	41
4. Conclusiones y recomendaciones	47
4.1 Conclusiones	47
4.2 Recomendaciones	48

Lista de figuras

<i>Figura 2- 1 Indicadores de pH, tomado de (Vaxa Software, 2015)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2- 2 Material de vidrio, tomado de (docencia.udea.edu.co, 2015).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2- 3 Bureta de vidrio, tomada de (Ediciones Universidad de Salamanca, 2015)</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2- 4 Erlenmeyer de vidrio, tomado de (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2015).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2- 5 Montaje de titulación, tomado de (Universidad de Valencia, 2015)</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3- 1 Buretas con su contenido específico.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3- 2 Erlenmeyer utilizado en la simulación</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3- 3 Apariencia de los equipos de laboratorio usados en la simulación</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3- 4 Desplazamiento del erlenmeyer al iniciar la adición del líquido.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3- 5 Apariencia del líquido en el interior del erlenmeyer y la gota de líquido cayendo</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3- 6 Aumento del líquido al interior del erlenmeyer</i>	<i>46</i>

Lista de tablas

<i>Tabla 1-1 Metodología para el desarrollo</i>	15
<i>Tabla 1-2 Cronograma de actividades</i>	17
<i>Tabla 2-1 Algunas reacciones de neutralización, tomado de Mondragón (2010)</i>	23

1. Aspectos Preliminares

1.1 Introducción

La labor del docente es crear y buscar las condiciones óptimas que den lugar a la interacción del objeto de conocimiento y el alumno, esto en muchas ocasiones no sucede en la realidad.

Esto probablemente se debe a las características de la formación del docente, al no poseer los elementos teóricos - didácticos y las bases para orientarlo a dicha tarea, repercutiendo en el proceso de enseñanza - aprendizaje tradicional de la química.

En cada uno de los cursos, se presenta algunas de estas deficiencias, unas en mayor o menor cantidad. A cada unidad le corresponden conceptos que representan fenómenos, simbologías, teorías, laboratorio experimental, etc. En la enseñanza de algunos de ellos los estudiantes tienen dificultad para familiarizarse con los contenidos, sobre todo con aquéllos que requieren de su asimilación y adquisición para aplicarlos en temas subsiguientes o se percibe una visión cada vez más negativa de los efectos de la química en la sociedad y en el medio ambiente; por ello se requiere replantear el contexto educativo, para facilitar la relación entre los componentes del proceso.

Como bien sabemos y se conoce que en el nivel de enseñanza, en el que las tareas docentes son particularmente complejas, por lo que requiere profesionales que, además de conocer la disciplina que se enseña, en el caso de la ciencias naturales, debemos disponer de criterios para la toma de decisiones, entre otros aspectos, sobre la selección de los contenidos más apropiados para la formación de los estudiantes, o sobre las orientaciones educativas más adecuadas para desarrollar la enseñanza y para evaluar continuamente sus resultados de aprendizaje en los estudiantes.

Día a día las investigaciones en diseño y desarrollo de herramientas didácticas virtuales que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes ha venido avanzando, por eso se hace necesario mirar alternativas que permitan innovar y facilitar el uso de este tipo de material educativo, en que las tecnologías de información y comunicación (TIC) juegan un papel fundamental.

Adicionalmente, en el contexto de la enseñanza de la química, específicamente en el concepto de reacciones químicas, los estudiantes de química se enfrentan a una problemática que perjudica no solo a los de la educación media, sino también a aquellos que cursan estudios de educación superior; el cual radica en el proceso mecánico y memorístico utilizado para resolver los diferentes tipos de problemas

Por el impacto que tienen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, se hace necesario que los materiales educativos estén a la vanguardia en estas tecnologías, que ofrezcamos escenarios interactivos e innovadores que centren y llamen la atención de los estudiantes y que estén apoyados en teorías de enseñanza enfocadas según su contexto.

Podemos ubicar las herramientas virtuales como una nueva alternativa, donde encontramos simuladores y juegos educativos, los cuales cuentan con un escenario en otra dimensión con una serie de componentes que conforman un dispositivo de interacción, que permite al estudiante introducirse en un mundo virtual que favorezca el proceso de enseñanza y un aprendizaje significativo.

Según lo anterior, este trabajo me permite apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje del concepto de reacciones químicas, siendo aplicable dentro del aula mediante la simulación de un caso real.

1.2 Planteamiento del problema

La experiencia en la docencia de la química ha permitido observar que los estudiantes de la media (grado 10º) de la Institución Educativa Santa Catalina de Sena, presentan un gran temor y una apatía por la asignatura de química. Se sugiere mejorar las estrategias metodológicas, que motiven a los estudiantes durante el proceso enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas. La desmotivación de los jóvenes por la química se ve reflejada en su bajo rendimiento académico y en el poco progreso significativo que éstos alcanzan durante los procesos de su formación académica.

Se espera de este trabajo, que el estudiante sea más activo, mejore la comprensión, la evaluación continua de su proceso de aprendizaje y que su mayor motivación sea utilizar herramientas virtuales relacionadas con el concepto de las reacciones químicas de su interés y de su aplicación en la vida cotidiana.

A través del diseño de herramientas en entornos virtuales, se busca fomentar el aprendizaje significativo sobre las reacciones químicas, de alcanzar en el alumno la autonomía y auto regulación de su aprendizaje, así como la capacidad de manipular las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) que mejoren su proceso de enseñanza-aprendizaje, progresando así en las competencias básicas que para la asignatura de química están propuestas en los estándares curriculares de las ciencias naturales.

Con base a esta situación, se plantea la siguiente pregunta: ¿La simulación como entorno virtual podría mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes en reacciones químicas en el grado 10°?

1.3 Justificación del problema

La química es la asignatura que en la mayoría de los casos presenta mayor rechazo por parte de los estudiantes, si se dice que la química está en todo lo que rodea al ser humano y que gracias a ésta se han logrado innumerables avances, también existe la posibilidad de que el estudiante piense o sienta que la química es mala y perjudicial para el medio ambiente, todo esto no es alentador para el docente a la hora de enseñar.

Por eso los docentes que somos los encargados de enseñar esta ciencia tenemos un reto mayor, mejorar la percepción que se tiene sobre la química al mismo tiempo que se capacita y se forma al estudiante de manera integral para que los beneficios sociales que nos aporta esta ciencia sean valorados de manera efectiva y de que conozcan los riesgos de su utilización inadecuada.

En la enseñanza de las reacciones químicas para el grado 10° en la Institución Educativa Santa Catalina de Sena, no posee espacios para construir aprendizajes significativos, el estudiante, memoriza alguna fórmula química, pero nunca percibe su uso y aplicación en la cotidianidad, de lo que se le trasmite y mucho menos se hace uso de las TIC como estrategia didáctica, la mayoría de alumnos llegan a la clase siguiente como si no aprendieran nada de los temas desarrollados en las clases anteriores.

Se requieren entonces algunos cambios cualitativos en la manera como se transmite dicha ciencia, diseñando y aplicando estrategias didácticas para la enseñanza de las reacciones químicas que propicien en el estudiante un aprendizaje activo y significativo, que resulten atractivas para el estudiante y permitirle desarrollar habilidades y destrezas, de manera individual y grupal, que les lleven a mejorar su proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se puede alcanzar el anhelado propósito de la enseñanza en ciencias naturales basado en unas ciencias naturales sencillas, claras, comprensibles y amigables al estudiante, rigurosas en el tratamiento de las teorías, pero sin caer en los excesos de las formulas matemáticas y los enormes bloques de datos, una enseñanza en química que logre conceptualizar los elementos centrales y así doten a los estudiantes de las herramientas intelectuales que les permitan explicar la realidad que les rodea según su entorno y esperando también obtener resultados positivos que permitan a la Institución Educativa, más adelante continuar la labor de otras unidades temáticas transversales y además en otros grados.

1.4 Antecedentes

Existen diferentes estudios relacionados con la enseñanza de las reacciones químicas y con las dificultades que presentan los estudiantes para su concepción. En éste contexto, es posible citar a:

Johnstone (1982) de acuerdo con (Casado, G. & Raviolo A., 2005), quien aborda tres niveles diferentes de representación de la materia (sensorial, partículas y simbólico); Gabel (1993) precisa los motivos por los cuales se presentan falencias para el entendimiento de la representación simbólica de las reacciones químicas; sin embargo, hay otros que identifican un cuarto nivel al que llamaron gráfico, utilizado para representar el comportamiento de las reacciones químicas a través del tiempo.

A los alumnos se les aplicó el “Test multirrepresentacional” sobre reacciones químicas, el cual incluye diferentes ítems con actividades, para evaluar las relaciones entre los niveles anteriormente mencionados. Algunas de las preguntas fueron elaboradas por los autores y otras, tomadas de la bibliografía; se evaluaron aspectos como: características químicas, procesos químicos de transformaciones cotidianas, cambios químicos a partir de representaciones e identificación de estados inicial y final, traducción de cambios en términos micro, macroscópico y simbólico, traducción de cambios en términos palabras y ecuaciones químicas, reconocimiento de productos obtenidos a partir de una ecuación química y por último interpretación de gráficas estequiométricas (reactivo límite y en exceso).

El macroscópico corresponde a las representaciones mentales construidas mediante la información proveniente de nuestros sentidos y adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa, basada en propiedades organolépticas.

El nivel submicroscópico, hace referencia a las representaciones abstractas, específicamente modelos asociados a esquemas de partículas. Un ejemplo de este nivel son las imágenes de esferitas que solemos utilizar para describir el estado sólido de una sustancia pura, o sus cambios de estado, o sus transformaciones químicas, que se corresponden con una representación mental de lo que sucede según el modelo particulado de la materia.

El tercer nivel, el simbólico, involucraría formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones etc.

Vergnaud (1990) destaca la importancia de las representaciones ya que hacen parte de los significantes y de la organización del discurso, partiendo de que el lenguaje cumple varias funciones desde la representación a la comunicación, permitiendo la inferencia como parte activa del razonamiento y finalmente ayudando al avance del conocimiento mediante anticipación, planificación y control de la acción, ya que la actividad lingüística favorece la realización de la tarea y la resolución de problemas.

Foresman (1996) en particular, la Química Computacional “simula” numéricamente estructuras químicas y reacciones, basada total o parcialmente en leyes fundamentales de la física. Esto permite estudiar fenómenos químicos realizando “simulaciones” que son cálculos sobre computadoras, en lugar de examinar reacciones y compuestos experimentalmente.

Esteban, (2002); García y Gil, (2006) las simulaciones y la realidad virtual son las herramientas que se utilizan habitualmente en estos laboratorios para reproducir los fenómenos reales en los que se basa la actividad. Las simulaciones constituyen excelentes herramientas para reproducir fenómenos naturales y mejorar su comprensión. Algunas sólo permiten visualizar el fenómeno y no van acompañadas de propuesta didáctica alguna, que queda a criterio del docente, pero otras son interactivas y permiten al estudiante modificar las condiciones del fenómeno y analizar los cambios que se observan. Las simulaciones pueden ser utilizadas para crear entornos constructivistas de aprendizaje en los que el proceso educativo se articula en torno al tratamiento de proyectos, cuestiones o problemas de interés para los alumnos que generen un proceso investigador.

Domínguez, y otros, (2005) Grupo Lentiscal, (2005); Martínez y de Santa Ana, (1993); Martínez, (2003); Martínez, y otros, (1995 y 2006), se proponen tareas sobre los problemas relacionados con el medio ambiente, a los que el alumnado debe dar respuesta haciendo uso de las TIC. Se trata de poner de manifiesto cómo la química es una ciencia básica que tiene multitud de relaciones con los problemas que atañen al planeta y, por tanto, a los seres humanos, y aprovechar la potencialidad de las TIC para orientar al alumnado hacia las posibles soluciones, que se concretan en un desarrollo sostenible, que comprometa a cada uno de nuestros estudiantes con un desarrollo científico, tecnológico, social y económico responsable y solidario con nuestro planeta.

Álzate(2006) la clasificación guiada de sustancias químicas, permite a los alumnos contextualizar y definir no sólo un conjunto de conceptos ya anotados, sino también el sistema periódico de los elementos químicos, de tal modo que las sustancias y las fórmulas químicas son percibidas por ellos de un modo racional y dinámico y no como entes estáticos y simbólicos de poco significado; tareas de clasificación química, parecen constituir un espacio para la formación de conceptos y el aprendizaje significativo, subordinado, derivativo y correlativo y en algunos casos supraordenado, cuando se promueve la adquisición de subsumidores adecuados y pertinentes, la interacción con materiales de aula diseñados para la situación y la mediación de la profesora y del lenguaje químico.

Jiménez y Núñez, (2009) la evolución de las técnicas computacionales en la última década ha traído nuevas oportunidades para desarrollar ambientes virtuales para el aprendizaje, los cuales podrán cambiar las formas de presentar y visualizar el conocimiento científico.

Giordan y Gois (2009) al utilizar el ordenador, el carácter iónico de la representación de los conocimientos en este nivel presenta un beneficio potencial para la enseñanza de la química. El fenómeno en estudio puede ser representado por una animación sin necesidad de que los estudiantes estén en el laboratorio, lo que se hace necesario en algunos casos por el peligro asociado al fenómeno, como en el caso de los cambios químicos que ocurren, por ejemplo, en la explosión de fuegos artificiales.

1.5 Objetivo general

Explorar la simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo: Estudio de caso en la Institución Educativa Santa Catalina de Sena del municipio de Medellín.

1.5.1 Objetivos específicos

- Caracterizar las teorías y estrategias de enseñanza para el tema de reacciones químicas en grado décimo apoyado en entornos virtuales
- Construir una simulación expresiva como actividad didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo.
- Implementar la simulación planteada dentro del estudio de caso existente en grado décimo.
- Analizar la efectividad de la simulación expresiva en la aprehensión y motivación de los estudiantes hacia los conceptos de la química.

1.6 Metodología

La presente monografía final de maestría estará coherente con el análisis de experiencias o estudio de casos”; ésta estrategia investigativa, pretende desarrollar un entorno virtual didáctico como estrategia metodológica para la enseñanza de las reacciones químicas que permita a los estudiantes una construcción del conocimiento científico a nivel escolar con el fin de conectar los modelos teóricos con la realidad de los estudiantes y promover en ellos competencias de pensamiento científico.

Tabla 1-1 Metodología para el desarrollo

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: Caracterización	Caracterizar las teorías y estrategias de enseñanza para el	1.1 Hacer la revisión bibliográfica de la teoría del aprendizaje significativo en las reacciones químicas.

	tema de reacciones químicas en grado décimo apoyado en entornos virtuales.	1.2 Revisión bibliográfica de la utilización de las TIC utilizada para la simulación.
Fase 2: Diseño	Construir una simulación expresiva como actividad didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo.	<p>2.1 Seleccionar una herramienta TIC que permita la elaboración de la simulación sobre las reacciones químicas.</p> <p>2.2 Diseñar el entorno de la simulación que favorezca las condiciones del contexto.</p> <p>2.3 Determinar los parámetros más relevantes que permitan lograr el objetivo de la simulación.</p> <p>2.4 Construir la simulación con las condiciones especificadas en la fase del diseño.</p>
Fase 3: Implementación	Implementar la simulación planteada dentro del estudio de caso existente en grado décimo.	<p>3.1 Selección de muestra de la población para la aplicación.</p> <p>3.2 Construcción del estudio de caso.</p> <p>3.3 Diseño de una secuencia de caso para el estudio de caso seleccionado.</p>
Fase 4: Evaluación	Analizar la efectividad de la simulación expresiva en la comprensión y motivación de los estudiantes hacia los conceptos de la	4.1 Análisis de resultados obtenidos al aplicar la simulación.

	química.	
--	----------	--

1.7 Cronograma

La tabla 1-2 muestra el cronograma de actividades que se realizaron es este trabajo final de maestría.

Tabla 1-2 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad 1.1	X	X														
Actividad 1.2			X	X												
Actividad 2.1			X	X												
Actividad 2.2					X	X	X	X	X	X						
Actividad 2.3							X	X								
Actividad 2.4			X	X	X	X	X									
Actividad 3.1							X	X	X	X						
Actividad 3.2											X	X	X	X		
Actividad 3.3											X	X	X	X	X	X
Actividad 4.1											X	X	X	X	X	X

2. Marco Referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Constructivismo

Hernández Requena (2008). Según la teoría constructivista de Piaget, existen dos principios en el proceso de enseñanza y aprendizaje: el aprendizaje como un proceso activo y el aprendizaje completo, auténtico y real.

El aprendizaje como un proceso activo

En el proceso de alojamiento y asimilación de la información, resultan vitales, la experiencia directa, las equivocaciones y la búsqueda de soluciones. La manera en la que se presenta la información es de suma importancia. Cuando la información es introducida como una forma de respuesta para solucionar un problema, funciona como una herramienta, no como un hecho arbitrario y solitario.

El aprendizaje completo, auténtico y real

El significado es construido en la manera en que el individuo interactúa de forma significativa con el mundo que le rodea. Esto significa que se debe enfatizar en menor grado los ejercicios de habilidades solitarias, que intentan enseñar una lección. Los estudiantes que se encuentre en las aulas diseñadas con este método llegan a aprender estas lecciones, pero les resulta más fácil el aprendizaje si al mismo tiempo se encuentran comprometidos con actividades significativas que ejemplifiquen lo que se desea aprender.

Según esta teoría, a los estudiantes se les debe hacer incapié en el aula en las actividades completas, en detrimento de los ejercicios individuales de habilidades; actividades auténticas que resulten intrínsecamente interesantes y significativas para el alumno, y actividades reales que den como resultado algo de más valor que una puntuación en un examen.

2.1.2 Entornos virtuales

Cabero (2008), las tecnologías de la información (TIC) aparecen como recursos didácticos a través de entornos virtuales tales como laboratorios virtuales y simuladores que brindan la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación de tipo “protegido”, con prácticas de muy bajo costo a las que no se tendrían acceso de otro modo, que además se pueden reproducir las veces que fueran necesarias hasta apropiarse de los conceptos.

Giordan, (2008), el cambio en el papel de las tecnologías informáticas para la educación ha ocurrido al cuestionar los papeles de la escuela y el profesor. En virtud de ello, abogamos por que la verdadera función de los aparatos tecnológicos no debe ser la enseñanza en sí misma, sino más bien crear las condiciones para el aprendizaje a través de la articulación de herramientas culturales y herramientas tecnológicas que respondan a los propósitos de la educación.

Martinez et al, (2004) ,para favorecer el aprendizaje significativo del alumnado y una mayor motivación de los mismos es conveniente diversificar las estrategias de enseñanza, para lo que hemos aprovechado las posibilidades educativas de las tecnologías de la información y de la comunicación, en especial las páginas Web como fuente de información y la enseñanza asistida por ordenador a través de simulaciones virtuales, utilizando applets y películas flash que las integramos en las unidades didácticas diseñando diferentes “lecciones interactivas”.

Raviolo (2010), en la enseñanza de la química las simulaciones facilitan la visualización de la dinámica de un proceso químico, mejorando la comprensión de los conceptos, por ejemplo a nivel molecular. Con ello, promueven que los estudiantes conecten más efectivamente entre sí las representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas de los fenómenos químicos. Por ejemplo, ayudan a superar la imagen estática y en dos dimensiones que brindan los modelos representados en papel.

Cataldi et al (2009) experimentar en química a través de simulaciones en una computadora personal y sobre todo resolviendo problemas previos permite: a) promover en los estudiantes el autoaprendizaje y la aplicación de las capacidades de análisis, síntesis y evaluación, b) fomentar el pensamiento crítico usando los laboratorios virtuales y la estrategia de aprendizaje basado en problemas con problemáticas semejantes a las reales, c) favorecer la adquisición de técnicas de aprendizaje, con la posibilidad de transferencia otras áreas y d) promover en el estudiante, la comprensión de mecanismos específicos de reacción química y la motivación e interés en experimentos de química.

2.1.3 Simulación

Raviolo (2010) “No caben dudas de que las simulaciones y animaciones en la clase de química motivan a los alumnos. Dinamizan la clase de química, aunque el desafío más

importante es generar actividades que fomenten aprendizajes conceptuales a partir de las simulaciones.

El trabajo frente a la computadora respeta los ritmos individuales de aprendizaje. Aunque el docente debe planificar la articulación de los momentos individuales y grupales, que favorezcan la colaboración y el enriquecimiento. Al emplearlas como tareas extra aula aumentan el tiempo que los alumnos están operando con contenidos de química.

Para que generen aprendizajes significativos los estudiantes deben estar intelectualmente activos: los alumnos realmente interactuando, pensando y poniendo en juego los conceptos científicos. Superando el uso anecdótico y meramente activista de la computadora”. Esta forma de interacción a través de los laboratorios virtuales, los programas de modelación y los simuladores apoyan los procesos de enseñanza y facilitan la tarea al docente y alumnos.

2.2 Marco disciplinar

2.2.1 Representación de los fenómenos químicos

Constantemente observamos cómo en la naturaleza y en nuestra vida cotidiana se producen cambios (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Un charco se seca, un cubito de hielo se derrite, un trozo de hierro se oxida con el tiempo, los alimentos cambian al ser cocinados, las plantas y los animales crecen, unas sustancias se mezclan con otras; podemos incluso separar mezclas de sustancias.

Hay cambios en los que las sustancias siguen siendo las mismas, sólo cambia su aspecto, o su estado de agregación. Los cambios de estado (sólido, líquido, gaseoso y plasma), las mezclas de sustancias, o la separación de mezclas, son de este tipo. Como la sustancia sigue siendo la misma, también las moléculas son las mismas, sólo cambia la unión entre ellas. A este tipo de cambios se les llama cambios físicos. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

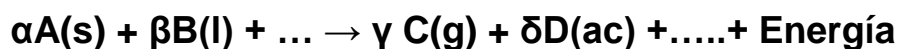
En otros cambios, sin embargo, no sólo se modifica el aspecto. Las sustancias que tenemos después del cambio son otras de las que teníamos antes de que se produjera.

Vemos que, a partir de dos sustancias, se han producido otras dos distintas. Las sustancias han cambiado, y por lo tanto también sus propiedades. A este tipo de transformación se le denomina cambio químico, o también **reacción química**. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

En general las transformaciones o cambios químicos se representan a través de un lenguaje propio que tiene en cuenta los siguientes componentes:

-
- a) Los símbolos de los elementos o las fórmulas de los compuestos, agrupados en un sector para los reactantes y en una región para los productos.
 - b) El estado físico (o estado de agregación) de las sustancias: (g) gas, (l) líquido, sólido (s), medio acuoso (ac.), cristalino (c).
 - c) Signos (+) o (-) para agrupar o desagrupar sustancias en la zona de los reactantes o en la región de los productos.
 - d) Símbolos: flecha hacia abajo (\downarrow) que indica la formación de un precipitado, o sustancia poco soluble que se separa de la disolución; flecha hacia arriba (\uparrow) que indica el desprendimiento de una sustancia en estado gaseoso.
 - e) Las condiciones energéticas. En este caso se hace alusión a condiciones específicas muy importantes para que se lleven a cabo las reacciones como el suministro o producción de energía. En una reacción química la energía puede intervenir en forma de calor, y así este factor puede aparecer del lado de los reactantes, con lo cual el proceso es endotérmico o puede surgir con los productos, de acuerdo con esto el proceso es exotérmico. En una reacción química la energía puede actuar en forma de electricidad.
 - f) La cantidad de sustancia (n). En este caso, a manera de operadores, a cada símbolo o fórmula se le antepone un coeficiente (factor) estequiométrico que da cuenta de las cantidades mínimas necesarias para que se produzca una reacción completa sin que se presenten excesos de reactantes y en su conjunto, los productos se ajusten con el balance de materia exigido por la ley de la conservación de la masa.
 - g) Un indicador de la dirección de la reacción, que convencionalmente se representa por una flecha horizontal (\rightarrow), para significar que los reactantes interactúan para dar, producir, rendir o generar; o de otra manera, que se obtienen productos. Este símbolo separa la región de los reactantes de los productos y en algunos casos adquiere la forma (\rightleftharpoons) que significa que la reacción es en cierto grado reversible; se habla entonces de reacciones en equilibrio. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

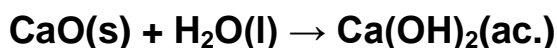
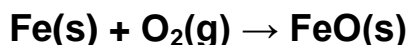
En términos de los factores que promueven o que describen una reacción química, el proceso de transformación se representa a través de una ecuación química que conjuga el lenguaje ya explicado. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). En forma general para cualquier cambio químico, la ecuación química tiene la siguiente presentación:



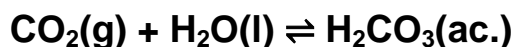
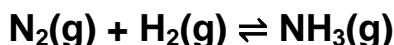
En esta expresión, α , β , γ y δ son los coeficientes (factores) estequiométricos e indican la cantidad de moléculas de cada sustancia (elemento o compuesto) que intervienen en la

reacción; A,B,C y D representan símbolos o fórmulas de las sustancias (elementos o compuestos) que participan en la transformación química. Una ecuación química escrita de esta forma recibe el nombre de ecuación química termodinámica; sin embargo, para casos prácticos, salvo que se indique otra cosa, las ecuaciones químicas se escriben sin indicar las condiciones energéticas y muchas veces, sin expresar el estado físico o de agregación de las sustancias que intervienen. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

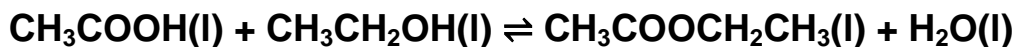
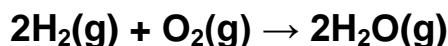
A continuación se muestran algunos ejemplos de ecuaciones químicas:



Todas estas ecuaciones representan transformaciones que ocurren en la dirección de reaccionantes a productos. Algunas reacciones de equilibrio (reversibles) típicas son las siguientes:



Aunque existen numerosas reacciones que tienen lugar en disolución acuosa, ello no es estrictamente una generalidad. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Muchas reacciones ocurren en fase gaseosa, otras en fase líquida (y en ausencia de agua) y varias en estado sólido. Algunos ejemplos son los siguientes:



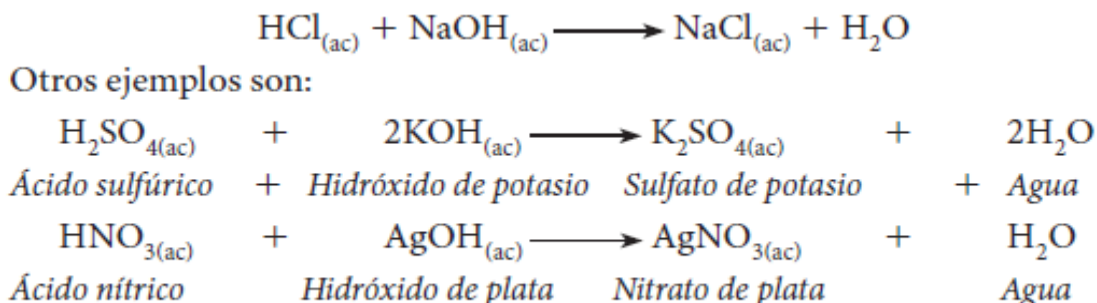
2.2.2 Clasificación de las reacciones químicas

Las reacciones químicas (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007), son numerosas y variadas y aunque resulta difícil encontrar un sistema de clasificación que las incluya a todas, existen algunas transformaciones características cuya agrupación puede conducir a la interpretación química de fenómenos relativamente complejos como la fotosíntesis, la combustión, la respiración, la fermentación, la polimerización y la oxidación reducción, entre muchos otros. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Algunos tipos de reacciones que suelen ser fácilmente distinguibles son la síntesis, la descomposición, la sustitución (desplazamiento), la metátesis y la desproporción; sin embargo, en muchos procesos químicos no es posible distinguir una clase particular de reacción.

2.2.2.1 Reacciones de neutralización

Según Mondragón (2010), estas son reacciones entre ácidos y bases, en las cuales se produce una sal y agua. El ejemplo típico de este tipo de reacciones es la interacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el hidróxido de sodio (NaOH) para producir cloruro de sodio y agua, como se muestra en la siguiente reacción: Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Algunas reacciones de neutralización, tomado de Mondragón (2010)



En el momento de la neutralización se cumple que el número de equivalentes de ácido que han reaccionado ($N \cdot V$) es igual al número de equivalentes de la base ($N' \cdot V'$):

$$N \cdot V = N' \cdot V'$$

Al conocer la normalidad y el volumen de base o de ácido necesario para neutralizar un volumen dado de ácido o de base de concentración desconocida, puedo determinar la concentración del ácido o base problema. (Skoog et al,1995).

El punto final de la valoración se pone de manifiesto mediante un indicador coloreado, que es una sustancia que tiene diferentes estructuras con diferentes colores en medio ácido y en medio básico.

Ácido: sustancia que al disolverse en agua H_2O genera iones H^+ . Los ácidos se clasifican en fuertes, fuerza media y débiles. Tienen sabor agrio. (Skoog et al, 1995).

Los **ácidos fuertes** se disocian completamente, cuando se disuelven en agua. Ejemplos: H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , HClO_4 . $K_a = \infty$.

Los **ácidos de fuerza media** se disocian parcialmente, sus constantes de acidez o de disociación son mayores a $1 \cdot 10^{-3}$ aproximadamente.

Los **ácidos débiles:** No se disocian completamente. Entre más pequeña es la constante de acidez (K_a), más débil es la acidez. Son ácidos débiles aquellos que tienen constantes de acidez menores o iguales a $1 \cdot 10^{-3}$.

Base: sustancia capaz de donar iones OH^- . Tienen sabor amargo. (Skoog et al,1995).

Bases fuertes: se disocian al 100%, dona todos sus OH⁻. Son las bases de los metales alcalinos y alcalinotérreos como NaOH, KOH, Ba(OH)₂, Ca(OH)₂. $K_b = \infty$

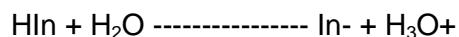
Bases débiles: No se disocian completamente.

Indicador

Según (Skoog et al, 1995), algunas sustancias presentan diferentes colores de acuerdo con el pH de las mismas en que se disuelven y se utilizan como indicadores.

Muchas sustancias naturales y sintéticas presentan colores que dependen del PH de las soluciones en que se disuelven. Algunas de estas sustancias, que se han utilizado por siglos para indicar la acidez o alcalinidad del agua, aun se emplean como indicadores acido-base.

Un indicador acido-base es un acido o una base orgánicos débiles cuya forma no disociada tiene un color diferente al de su base o acido conjugado. Como por ejemplo, el siguiente equilibrio describe el comportamiento de un indicador acido, HIn, típico:



Color ácido Color básico

En este caso, la disociación del indicador se acompaña de cambios en su estructura interna y un concomitante cambio de color. El equilibrio para un indicador básico In, es:



Color básico Color ácido

En cada caso, las dos especies participantes en el equilibrio difieren una de otro por su color. En una solución dada, depende del pH el que predomine una especie u otra y, por lo tanto, un color u otro. Así en el primer ejemplo anterior, HIn será el constituyente predominante en soluciones fuertemente acidas, siendo responsable del “color acido” de este indicador, mientras que In⁻ representa su “color básico”. (Skoog et al, 1995).

En el segundo ejemplo, la especie In predominara en soluciones básicas, siendo responsable del “color básico” del indicador, mientras que HIn⁺ constituirá su “color ácido”. (Skoog et al, 1995).

El color de un indicador, varia en efecto según el PH del medio en que esta disuelto. La experiencia pone de manifiesto que el cambio de color o viraje, tiene lugar gradualmente, abarcando como regla general u intervalos de PH de unas 2 unidades. (Skoog et al, 1995).

Según (Skoog et al, 1995), la capacidad del ojo humano para diferenciar tonalidades no es muy aguda, y por lo tanto tiene que existir como mínimo en la solución algo así como una

decima parte del indicador en una de las formas para que el observador pueda apreciar una modificación de tonalidad del color de la otra.

Un tipo de indicador usado en las reacciones de neutralización es el grupo de ftaleínas, La mayor parte de los indicadores de este grupo son incoloros en soluciones moderadamente ácidas y coloreadas en medio alcalino. En soluciones fuertemente alcalinas estos colores tienden a desvanecerse lentamente, lo cual, para algunas aplicaciones, no deja de ser un inconveniente. (Skoog et al, 1995). En la Figura 2-1 podemos encontrar algunos de los indicadores de PH más usados.

Figura 2- 1 Indicadores de pH, tomado de (Vaxa Software, 2015)

Indicador	color ácido	pH viraje	color básico
amarillo de alizarina GG	Amarillo claro	10,0 - 12,1	Rojo castaño
azul de bromofenol	Amarillo	3,0 - 4,6	Violeta
azul de bromotimol	Amarillo	6,0 - 7,6	Azul
fenolftaleína	Incoloro	8,2 - 9,8	Violeta / rosa
m-cresolpúrpura	Amarillo	7,4 - 9,0	Púrpura
naranja de metilo	Rojo	3,1 - 4,4	Amarillo naranja
púrpura de bromocresol	Amarillo	5,2 - 6,8	Púrpura
rojo congo	Azul violeta	3,0 - 5,2	Rojo naranja
rojo de bromofenol	Naranja amarillo	5,2 - 6,8	Púrpura
rojo de cresol	Amarillo	7,0 - 8,8	Púrpura
rojo de fenol	Amarillo	6,4 - 8,2	Rojo
rojo de metilo	Rojo	4,4 - 6,2	Amarillo naranja
rojo neutro	Azul rojizo	6,4 - 8,0	Naranja amarillo
timolftaleína	Incoloro	8,6 - 10,0	Azul
tornasol	Rojo	5,0 - 8,0	Azul
violeta de metilo	Amarillo	0,1 - 1,6	Azul / violeta
4-dimetilaminobenzol	Rojo	2,9 - 4,0	Amarillo naranja
(F) esculina	Índigo débil	1,0 - 1,5	Azul intenso
(F) beta-naftilamina	Incoloro	2,8 - 4,4	Violeta
(F) alfa-naftilamina	Incoloro	3,4 - 4,8	Azul
(F) fluoresceína	Azulado	3,8 - 4,3	Azul intenso
(F) eosina	Incoloro	3,9 - 4,5	Amarillo naranja
(F) eritrosina	Incoloro	3,7 - 4,6	Amarillo verdoso
(F) acridina	Verde	5,3 - 6,4	Violeta
(F) umbeliferona	Incoloro	6,2 - 8,3	Azul intenso
(F) cumarina	Incoloro	9,2 - 10,5	Verde amarillo
(F) beta-metil umbeliferona	Índigo débil	6,9 - 7,1	Azul intenso

(F): Indicador fluorescente.

El color mostrado es sólo ilustrativo y puede no coincidir con el real.

Material de vidrio: El vidrio es la sustancia que se utiliza para fabricar elementos de laboratorio debido a su fácil limpieza y su neutralidad frente a los reactivos químicos. Se obtiene mediante la fusión de varios óxidos, como ser: óxido de plomo, sílice, soda caústica, cal, óxido de hierro, anhídrido bórico, óxido de aluminio, todos ellos en distintos porcentajes dependiendo del uso que se le quiera dar como ser: resistencia al calor, a los álcalis o con bajo coeficiente de dilatación. (Restrepo, 1987).

Entre los vidrios que más se ajustan a estas propiedades y que más se usan en los laboratorios de química están: vidrio pirex, vidrio borosilicato y vidrio color caramelo.

El vidrio borosilicato posee bajo coeficiente de expansión, con un contenido bajo de elementos alcalinos que no contiene elementos del grupo del calcio y magnesio, cinc o metales pesados. Es particularmente estable a las condiciones de esterilización por vapor o vía seca. (Restrepo, 1987).

El vidrio color caramelo ha sido desarrollado para cumplir con las exigencias impuestas por el manejo de sustancias fotosensibles por ejemplo: vitaminas, sales de plata, etc, o todas aquellas que se descompongan por acción de la luz. Se emplea en la fabricación de frascos y buretas entre otros. (Restrepo, 1987).

Vidrio pirex es el más empleado en el laboratorio y está constituido por boro-silicato, recibe el nombre de Pirex, ya que de esa manera ha sido registrado por la fabrica que lo produce. (Restrepo, 1987). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** podemos observar algunos de los equipos utilizados para medir volúmenes de reactivos químicos.

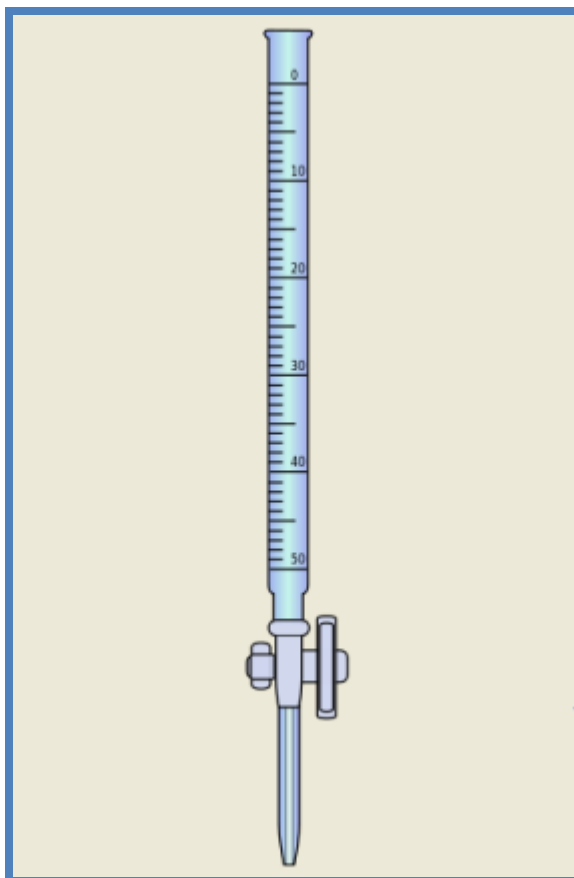
Figura 2- 2 Material de vidrio, tomado de (docencia.udea.edu.co, 2015)



Según (Restrepo, 1987), los equipos de laboratorio utilizados en la simulación para medir volúmenes de sustancias líquidas y mezclarlas son:

Bureta: consiste en un tubo largo de vidrio, calibrado que contiene el líquido titulante más una llave de paso por el cual se controla el flujo de la solución en la parte inferior (punta capilar). Su uso principal se da en volumetrías, debido a la necesidad de medir con precisión volúmenes de líquido variables. (Restrepo, 1987). La bureta tienen una válvula que es una esfera de vidrio que se ajusta exactamente dentro de un espacio corto de tubo que conecta a la bureta y su punta, las válvulas pueden ser de plástico, teflón (aconsejable para disolventes orgánicos) o vidrio, el mismo se debe lubricar de forma que no se altere la solución y con un lubricante adecuado como lo es la grasa siliconada o vaselina. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa una bureta de vidrio utilizada en las titulaciones.

Figura 2- 3 Bureta de vidrio, tomada de (Ediciones Universidad de Salamanca, 2015)



Erlenmeyer: Son de forma cónica, fondo plano y boca estrecha, con diferentes capacidades de volumen, con tapón o sin tapón, de cuello estrello y cuello ancho. Pueden tener cuello esmerilado lo que les permite un cierre hermético en caso de trabajar con sustancias muy volátiles. También hay de cuello no esmerilado. Se utiliza en especial en técnicas volumétricas, por ejemplo titulaciones, cristalizaciones, calentar líquidos, y recibir destilados. Pueden utilizarse además diluciones o recoger un filtrado. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observan algunos matraces - erlenmeyer donde se mezclan sustancias para que reaccionen entre sí. (Restrepo, 1987).

Figura 2- 4 Erlenmeyer de vidrio, tomado de (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2015)



Titulación: se utiliza para determinar la cantidad de una sustancia presente en solución (Skoog et al, 1995). Una sustancia de concentración conocida, llamada solución valorada, se agrega con una bureta a la solución que se analiza. En el caso ideal, la adición se detiene cuando se ha agregado la cantidad adecuada de reactivo, en función de un cambio de coloración en el caso de usar un indicador interno. Cuando se titulan ácidos se llaman acidimetrías y cuando se valoran bases, alcalimetrías. Se llama punto de equivalencia al momento en que son iguales los equivalentes de la sustancia titulada y los de la sustancia titulante. Este punto de equivalencia se detecta muy fácilmente ya que se observa en sus inmediaciones un brusco salto de pH que se puede detectar en un pH-metro o con un indicador.

Cuando un ácido fuerte se neutraliza con una base fuerte, el pH experimenta una brusca variación justamente en el punto de equivalencia o punto de neutralización, y en este momento $\text{pH}=7$ neutro, ya que todos los iones han sido neutralizados. (Skoog et al, 1995).

Por otra parte, cuando la reacción ocurre entre una base fuerte y un ácido débil, el anión del ácido sufre una hidrólisis, al ocurrir la neutralización el pH es > 7 básico, para obtener un incremento brusco en el pH. (Skoog et al, 1995).

Y en circunstancias contrarias, entre ácido fuerte y una base débil, el catión de la base sufre una hidrólisis produciéndose iones hidrónico, por lo que el pH es < 7 ácido, sin provocar cambios bruscos en el pH. (Skoog et al, 1995).

Al valorar un ácido débil con una base débil, no se producen variaciones bruscas en el pH. Habrá dos regiones con capacidad amortiguadora definidas por los pK del ácido débil y de la base débil, respectivamente. (Skoog et al, 1995).

Según (Skoog et al, 1995). Para determinar la cantidad de un ácido en una solución dada, se titula un volumen determinado de ácido con una solución base, de la cual conocemos su concentración, ésta base se va a ir agregando en pequeñas porciones hasta lograr neutralizar el ácido, que va determinando mediante un colorante indicador, es decir se calculó la concentración del ácido a partir del volumen. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** observamos un montaje de laboratorio para titular una sustancia.

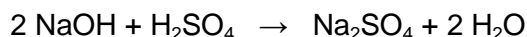
Figura 2- 5 Montaje de titulación, tomado de (Universidad de Valencia, 2015)



Ejemplo de práctica:

Se desea titular una solución de H_2SO_4 con una solución de NaOH 0,5 M y un indicador apropiado (fenoltaleína). Se toman 20 mL de la solución problema y se depositan, junto con el indicador (3 gotas), en un erlenmeyer. Con la llave cerrada, se llena la bureta con la solución titulante. A continuación se abre la llave y se hace gotear sobre el erlenmeyer. Cuando el indicador cambia de color, indicando que se ha alcanzado el punto de equivalencia, la bureta indica el volumen que se han consumido. Calcular la concentración molar de la disolución problema y anota la cantidad de volumen gastado de la bureta. (Skoog et al, 1995).

Solución: Para realizar los cálculos, lo primero que necesitamos es conocer la ecuación química del proceso que tiene lugar. Como sabemos que se trata de una reacción entre un ácido y una base, nos es muy fácil predecir la reacción que tiene lugar porque sabemos que los productos van a ser agua y una sal. Por lo tanto, la ecuación molecular será:



A partir del volumen de solución de NaOH y su molaridad, podemos calcular el número de moles de base que reaccionan:

$$\text{N}^\circ \text{ de moles de NaOH} = 0,030 \text{ L} \times (0.5 \text{ mol de NaOH} / 1 \text{ L}) = 0,015 \text{ mol}$$

El número de moles de H_2SO_4 que reaccionan con 0,015 moles de NaOH podemos conocerlo a partir de la información que nos proporciona la ecuación del proceso:

$$\text{N}^\circ \text{ moles de H}_2\text{SO}_4 = 0,015 \text{ mol NaOH} \times (1 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 / 2 \text{ mol NaOH}) = 0,0075 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

Conociendo las moles de ácido que reaccionan y el volumen colocado, podemos conocer su concentración:

$$\text{M H}_2\text{SO}_4 = 0,0075 \text{ mol} / 0,020 \text{ L} = 0,375 \text{ M}$$

2.2.3 Leyes de las reacciones químicas

Según (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). En toda reacción química se cumplen las leyes ponderales, las más importantes a la hora de entender la reacción química son:

Ley de conservación de la masa (Lavoisier): “En toda reacción química, la masa total permanece constante. Es decir, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos”

Ley de las proporciones constantes (Proust): “En una reacción química, las cantidades de las sustancias que intervienen (que reaccionan o que se producen) están en una proporción fija.”

Esta ley se explica teniendo en cuenta cómo se produce la reacción. Las moléculas que intervienen lo hacen en una proporción fija, de números sencillos. Por lo tanto, en las masas de productos y reactivos también debe existir una proporción fija (aunque no sea la misma que nos indican los coeficientes, ya que la masa molecular de cada sustancia es diferente). (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Por estequiometría entendemos el estudio de las proporciones (en masa, en moles, en volumen) existentes entre las distintas sustancias que intervienen en la reacción química. Es decir, nos permite calcular las cantidades de sustancias que reaccionan y/o se producen, a partir de unos datos iniciales. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Según (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007), a la hora de realizar cálculos estequiométricos, seguimos unas reglas básicas:

- En primer lugar, escribimos la ecuación química completa debidamente ajustada (este paso es fundamental, y el que genera más fallos. Un error en la fórmula de alguna de las sustancias o en el ajuste, hará que todos los cálculos posteriores sean incorrectos).
- Ya que los coeficientes estequiométricos de la ecuación nos indican proporción entre moles de sustancias, debemos pasar el dato inicial a moles.
- Atendiendo al resultado que nos piden, debemos trabajar con la proporción existente entre la sustancia dato y la sustancia problema (nos la indican los coeficientes). Esto nos dará como resultado el número de moles de la sustancia problema.
- Finalmente, ese número de moles lo pasamos a la unidad que nos esté pidiendo el problema (masa, volumen, nº de moléculas...)

Ciertamente en toda reacción balanceada es factible comprobar que el número de átomos de un mismo elemento del lado de los reactantes, es igual al que aparece del lado de los productos. Por lo general, los coeficientes estequiométricos son números enteros (mayores que 1) aunque ello no excluye la presencia de números fraccionarios, que antepuestos al símbolo o fórmula operan como multiplicadores. Un hecho interesante es que en términos macroscópicos, los coeficientes estequiométricos de una ecuación balanceada se traducen en múltiplos de la cantidad de sustancia (mol); si bien, a través de la masa molar existe una conexión unívoca con la masa de las sustancias. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

La interpretación de una ecuación química balanceada con relación a los coeficientes estequiométricos ofrece distintas posibilidades:

- a) Moles de sustancias que reaccionan.
- b) Moles de reactantes que se requieren.
- c) Moles de productos que se obtienen.

d) Rendimiento o eficiencia de la reacción.

e) Efecto de la pureza de los reactantes.

Adicionalmente con el conocimiento de la masa atómica (para los elementos) o de la masa molar (para los compuestos), es posible traducir todas estas posibilidades a masa o desde la masa a moles. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Así, para todos los fines de la estequiometría, la relación: $n = m/M$

Donde n es el número de moles, m es la masa de sustancia (en g) y M es la masa atómica o molar (en g), permite hacer los intercambios ya indicados entre masa de sustancia y cantidad de sustancia o viceversa. Inclusive estos tratamientos pueden hacerse masa a masa siempre y cuando hayan actuado los operadores estequiométricos. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

2.2.4 Reactivo limitante

Es posible que inicialmente tengamos datos de dos o más reactivos. Lo más probable es que no se consuman ambos completamente. En cuanto uno de ellos se agote, la reacción finalizará, sobrando parte de cada uno de los otros. Ese reactivo que se agota en primer lugar se denomina reactivo limitante, y debemos identificarlo, ya que es con él con el que debemos trabajar, considerándolo el dato inicial. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Cuando de uno de los reactivos tenemos toda la cantidad necesaria (y de sobra) para completar la reacción (caso del oxígeno atmosférico en una combustión al aire libre, por ejemplo), se denomina reactivo en exceso.

2.2.5 Rendimiento de una reacción química

En teoría, una reacción química irreversible se da al 100%, es decir, el reactivo limitante reacciona completamente, se agota. Sin embargo, en la práctica, es posible que parte del reactivo quede sin reaccionar. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Por ejemplo, en una cocina de butano, parte del butano se escapa sin arder, o cuando uno de los reactivos es un sólido en trozos gruesos, la parte interior puede que quede sin reaccionar.

El rendimiento de la reacción nos indica qué porcentaje del reactivo es el que realmente reacciona (y, por tanto, qué porcentaje de productos se forman, respecto a la cantidad teórica). (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

2.2.6 Calor de reacción

Toda reacción química está unida a una absorción o desprendimiento de energía. Tanto las moléculas de los reactivos como las de los productos almacenan energía en los enlaces entre sus átomos. Al cambiar estos enlaces, la energía de los productos será diferente a la de los reactivos (puede ser menor o mayor). Esta energía se presenta generalmente en forma de calor (energía calórica o calorífica), aunque también puede ser luminosa, eléctrica, mecánica, etc. El calor cedido o absorbido durante una reacción química se llama calor de reacción y se refiere siempre a una cierta cantidad de reactivo o de producto. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

El calor de reacción se expresa generalmente en términos de calorías o kilocalorías (Kcal). También se utiliza el joule (J) como medida de energía cuando se habla de cambios químicos. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Durante las reacciones químicas puede producirse absorción o liberación de energía. Esto indica que tanto los reactivos como los productos contienen calor que es característico de su masa. El contenido de calor es una medida de la energía que está acumulada por una sustancia durante su formación. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

2.2.6.1 Reacciones endotérmicas

Según (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Cuando el calor de reacción de los productos es mayor que la de los reactivos. $\Delta H > 0$. Se absorbe energía.

Esta energía adicional procede del medio que rodea a la reacción (bien porque la aportemos por calentamiento, luz, chispa eléctrica, etc, o porque tome directamente esa energía del medio, enfriándolo). Ejemplos de reacciones endotérmicas: cocinar los alimentos (desnaturalización de proteínas), fotosíntesis, recargar la batería del móvil. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

2.2.6.2 Reacciones exotérmicas

Cuando el calor de reacción de los productos es menor que la de los reactivos. $\Delta H < 0$. Se desprende energía. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

El hecho de que se desprenda energía no significa necesariamente que se produzca una llama. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Para que eso ocurra, la reacción debe producirse rápidamente y producirse un gran aumento de la temperatura, para que los productos se pongan incandescentes (en eso consiste la llama).

Una reacción química puede desprender energía en forma de calor, luz o corriente eléctrica.

Ejemplos de reacciones exotérmicas: reacciones ácido-metal, la fermentación, la combustión, pilas y baterías.

Cuando ocurre una ganancia o pérdida de calor durante una reacción química se puede relacionar con un cambio en el contenido calorífico de las sustancias implicadas en el proceso. El contenido calórico total de una sustancia se llama entalpía y se simboliza con la letra H. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

La entalpía no se puede medir directamente. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Sin embargo, es posible medir el calor producido o consumido en una reacción química, que equivale a la diferencia entre la entalpía de los productos y la entalpía de los reaccionantes.

Esta variación de energía en una reacción química se calcula siempre como:

$$\Delta H = H_{\text{productos}} - H_{\text{reactivos}} = \text{Calor de reacción}$$

2.2.7 Velocidad de reacción

En una reacción química, además de conocer las sustancias que intervienen, es importante saber qué tan rápido reaccionan y los factores que determinan esta velocidad. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Así, es posible variar o alterar el curso de la reacción para buscar una mayor eficiencia.

La velocidad de una reacción es la rapidez con la que se forman los productos o se consumen los reactivos involucrados en dicha reacción.

La velocidad de reacción se define en términos del tiempo necesario para que desaparezca o se transforme una determinada cantidad de reactivos o para que se formen los productos correspondientes. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Otros factores que influyen en la velocidad de una reacción química son: temperatura, estado de agregación de los reactivos, concentración de los reactivos y la superficie de contacto. Evidentemente la energía de activación no se modifica con estos factores, pero si ayudan a que las moléculas de los reactivos formen con mayor facilidad el complejo activado y por tanto la velocidad sea mayor. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

2.2.7.1 Energía de activación

La energía de activación es una propiedad de cada reacción y depende de la clase de enlaces que se tengan que romper durante la misma. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). El hecho de que una reacción sea exotérmica, que desprenda energía, no significa que dicha reacción se produzca espontáneamente en cuanto los reactivos

entren en contacto. Por ejemplo, la combustión del butano es muy exotérmica, pero el butano no arde solo al estar en contacto con el oxígeno.

Hace falta una pequeña llama, una chispa, que inicie la reacción; posteriormente, se mantiene por sí sola. Esa cantidad de energía inicial se denomina energía de activación.

¿Por qué es necesaria la energía de activación? Recordemos cómo es el mecanismo de una reacción química. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Las moléculas de los reactivos chocan entre sí, se rompen las uniones entre los átomos, formándose un estado intermedio llamado complejo activado, y posteriormente se vuelven a formar nuevas moléculas, dando lugar a los productos.

Pues bien. Para romper los enlaces en las moléculas de los reactivos es necesario un aporte de energía (el complejo activado intermedio tiene mayor energía que los reactivos). Luego, los nuevos enlaces formados desprenderán energía (energía de enlace). Si esa energía despreñida es mayor que la de activación, La reacción será exotérmica. Si, por el contrario, se desprende menos de la que se ha absorbido, los productos tendrán mayor energía que los reactivos reacción endotérmica. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

Existen sustancias, llamadas catalizadores, que en contacto con los reactivos, hacen que disminuya la energía de activación necesaria, haciendo que la reacción pueda darse con mayor rapidez. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007). Las sustancias reaccionan, pero el catalizador no, no se gasta (no aparece en la reacción como reactivo ni como producto), sólo mejora las condiciones para que la reacción se produzca. Los catalizadores son específicos de una reacción concreta. Actualmente buena aparte de la investigación química avanza en la búsqueda de catalizadores apropiados para distintas reacciones.

Ejemplos de reacciones catalizadas: procesos digestivos y del metabolismo de los seres vivos (enzimas). Obtención de derivados del petróleo. Fermentación de yogur, cerveza, bebidas alcohólicas (levaduras). Obtención de ácidos.

Los inhibidores son sustancias que hacen más lenta e incluso impiden la reacción, bloqueando el mecanismo de formación del complejo activado. También son específicos de cada reacción. (Mondragón et al, 2010) (Zumdahl, 2007).

La velocidad de una reacción química está ligada al valor de la energía de activación por lo tanto los catalizadores aumentan la velocidad de la reacción.

2.3 Marco Legal

2.3.1 A nivel internacional

La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en “países ricos” no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios de química. Asimismo, en todos estos países, independientemente de su estado de desarrollo, se observa una disminución en las capacidades en los estudiantes que comienzan las asignaturas de química, que son básicas para otras carreras universitarias o terciarias tales como Medicina, Bioquímica, Nutrición y Enfermería, entre otras.

Paralelamente, la Química, como disciplina científica, abre continuamente nuevas etapas de producción de conocimientos, como la química sustentable, la biología molecular, la nanoquímica, cuyas enormes potencialidades parecen de ciencia ficción a la luz de los conocimientos actuales.

Esta paradoja implica la imperiosa necesidad de replantearse qué, para qué, para quiénes y cómo enseñar química, a las nuevas generaciones.

A principios de la década de los años 90 el paradigma occidental acerca del “desarrollo de un país” indicaba la necesidad de cada nación de construir y sostener una “Sociedad de la Información”. Es decir, la incorporación de las nuevas tecnologías informáticas en todos los ámbitos de la sociedad era el factor crítico para que un país pudiera optar por el crecimiento. Galagovsky, L (2005)

2.3.2 A nivel nacional

En la Ley General de Educación 115 de 1994, artículos 5, 27 y 30 se reglamenta lo concerniente a la educación en Colombia dando cumplimiento a lo establecido por la Constitución Nacional de 1991 en sus artículos 27 y 67. De igual manera el Ministerio de Educación Nacional (M.E.N.) estableció los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias en ciencias naturales.

Según los lineamientos para una política nacional de informática del MEN (2008), el uso de las TIC, plantea que la educación es la clave para crear, adaptar y divulgar los conocimientos y para ello se implementó el programa de

“Computadores para Educar” que tiene como objetivo central la recolección de equipos de cómputo dados de baja por entidades públicas y empresas privadas, para su reacondicionamiento y posterior entrega a las instituciones educativas del país.

El Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016 (PNDE) pretende el fortalecimiento de procesos pedagógicos a través de las TIC; por su parte, el Ministerio de Educación Nacional tiene políticas nacionales tendientes al uso de estrategias didácticas activas que faciliten el aprendizaje autónomo, colaborativo, para generar un pensamiento crítico y creativo, mediante el uso de las TIC.

Álvarez (2005) dice que el docente que va usar las TIC debe asumir una posición abierta a la transformación y avanzar de manera paralela a esta en su autoformación con respecto a las nuevas exigencias de la sociedad, no solo a nivel tecnológico e informático, sino en las tres dimensiones del conocimiento: cognitiva, procedimental y actitudinal. Debe desarrollar una visión amplia, general y diferente para ver y entender el mundo. El Ministerio Nacional de Educación ha tenido en cuenta el acercamiento, uso y apropiación de las TIC y le ofrece a los docentes del país una ruta para transitar, desde la apropiación personal para hacer uso de ellas, hasta su apropiación profesional en la implementación de modelos sostenibles de innovación educativa.

2.3.3 A nivel regional

La declaración universal de los derechos humanos (ONU, 1948), expresa en el artículo 26 que toda persona tiene derecho a la educación gratuita y obligatoria, a la instrucción técnica y profesional generalizada y con acceso a los estudios superiores en igualdad de condiciones según los méritos respectivos. Igualmente, El artículo 67 de la constitución política de Colombia (1991), proclama que “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura.”

Por su parte, Antioquia La Más Educada no solo reconoce la educación como un derecho, sino que trabajará para garantizarlo a través de un servicio educativo público, pertinente y de calidad, “para que se convierta entonces en el camino para la formación ciudadana con capacidad para la generación masiva de oportunidades y empleos dignos”¹ y no como privilegio de unos pocos, que por sus condiciones económicas, sociales o culturales han podido acceder a este derecho.

Cuando entendemos la educación pública de calidad como un derecho de todos, reconocemos a su vez que Antioquia es un territorio diverso, pluriétnico y multicultural, por lo que todas nuestras acciones e intervenciones partirán de los principios de pertinencia, accesibilidad, perspectiva de género y enfoque diferencial, valoración de las características históricas, culturales y de las condiciones físicas y cognitivas que identifican a las diferentes poblaciones y territorios que conforman el departamento. Por

ello, brindar oportunidades educativas de calidad que potencien el talento y desarrollen capacidades en la población antioqueña, será el eje fundamental en esta Línea Estratégica, como elemento esencial que contribuya a resolver tres problemas esenciales: la exclusión, la violencia y la ilegalidad, lo cual permitirá a su vez el cumplimiento de otros derechos sociales y culturales que han sido históricamente vulnerados.

El cumplimiento del derecho a una educación de calidad, depende sin lugar a dudas de la calidad de los docentes y el liderazgo de sus directivos. Por tal razón, el reconocimiento, valoración y posicionamiento social, cultural e intelectual de su profesión, será una meta y una tarea permanente, pues son los maestros antioqueños el eje central para garantizar el derecho a una educación de calidad; por eso la importancia de la identificación y atención a sus condiciones sociales, económicas y culturales, la formación continua para su desarrollo profesional, los estímulos al mejoramiento académico, la formación avanzada a través de estudios de maestría y el reconocimiento de sus logros profesionales e intelectuales. Gobernación de Antioquia,(2012).

2.3.4 A nivel local

Mejoramiento permanentemente de las instituciones educativas con la construcción del proyecto educativo institucional pertinente a la comunidad educativa, con planes de área que articulan los distintos niveles educativos a partir de un enfoque por competencias, la utilización de las evaluaciones internas y externas para el mejoramiento y con altos desempeños académicos y sociales.

En el proyecto Escuelas de Calidad para la Equidad y la Convivencia, la Secretaría de Educación de Medellín seleccionó 160 instituciones educativas para adelantar con ellas un conjunto de acciones integradas, con el propósito de mejorar condiciones de acceso, permanencia, calidad y pertinencia de la educación recibida por sus estudiantes.

Estas instituciones, que conforman 5 cohortes del programa Escuelas de Calidad para la Equidad y la Convivencia, con el propósito de hacer de Medellín la más educada, reciben atención prioritaria en la mayoría de los programas ofrecidos por la Secretaría de Educación de Medellín y son acompañadas por la Unidad de Calidad de la Secretaría y por 180 Voluntarios Empresariales en la formulación e implementación de procesos de mejoramiento continuo, fortalecimiento de la gestión administrativa y directiva y en procesos de enseñanza y aprendizaje.

La ruta de mejoramiento emprendida en las instituciones educativas acompañadas por el programa, se fundamenta en la ruta de mejoramiento propuesta por el Ministerio de Educación Nacional en la guía 34, “Guía para el Mejoramiento Institucional, de la Autoevaluación al Plan de Mejoramiento” con algunas adaptaciones.

Las Instituciones Educativas de la ciudad cuentan con dos procesos exitosos de voluntariado empresarial, el primero es apoyado por la Fundación Proantioquia y el programa Líderes Siglo XXI y el segundo es estructurado por la Secretaría de Educación con el apoyo de Icontec.

La Red busca además, recopilar y difundir experiencias, que aseguren la construcción de un patrimonio de conocimiento alrededor de la gestión escolar. Como resultado del acompañamiento permanente a las instituciones educativas oficiales y de intervenciones hechas en materia de mejoramiento de la calidad de la educación, los colegios públicos de Medellín avanzan en el camino hacia la certificación de calidad.

El programa dotación y medios para la educación contempla la construcción de nuevas infraestructuras, dotación de bibliobancos, laboratorios e implementos lúdicos y deportivos para mejorar la calidad del aprendizaje, junto con el Parque Explora, la nueva aula para la ciencia y la tecnología.

El Parque Explora es la estación del conocimiento de Medellín. Allí la biología, la física, la química y la tecnología se convierten en temas para disfrutar en familia.

Con el propósito de promover el proceso de generación de conocimiento entre los y las jóvenes de las instituciones educativas de la ciudad la secretaria de Educación de Medellín y Parque Explora estructuraron una Feria de Ciencia y Tecnología que sigue los lineamientos de la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería. Es importante recordar que Colombia es uno de los países con mayor diversidad del mundo. Su gran variedad de material vegetal lo convierte en un patrimonio de la humanidad. Bajo este marco, los Jardines Botánicos se configuran como reservorios de los bienes naturales, dispuestos para el desarrollo de la ciencia, la investigación y la educación ambiental

El programa de Medellín Digital se estructuró para transformar a Medellín en una ciudad digital donde la ciudadanía pudiera acceder a las Tecnologías de Información y Comunicación, TIC, de una manera adecuada de acuerdo con sus necesidades, con el fin de mejorar la calidad de vida, la competitividad, transparencia del gobierno y posicionar a la ciudad ante el mundo. Alcaldía de Medellín, (2012).

3. Diseño y construcción de una simulación expresiva

En este capítulo se presenta todo lo relacionado con la construcción de una simulación basado en la reacción química de neutralización ácido-base.

La variable que se tuvo en cuenta en este diseño es: el volumen que se adiciona en el erlenmeyer y el volumen que se adiciona en la bureta.

La simulación ha sido publicada y habilitada en Internet, y puede ser reproducida por cualquier navegador y desde cualquier lugar del mundo a través de la siguiente dirección URL: <http://maescen.medellin.unal.edu.co/3D/reaccionquimica>

3.1 El volumen

Todo cuerpo físico ocupa o encierra una región en el espacio. La medida de esa región se conoce como el volumen. En el caso de los sólidos el volumen se mide en unidades cúbicas.

Así que los líquidos no tienen una forma definida, no se pueden medir de la forma en que medimos los sólidos. Para determinar el volumen de los líquidos hay que echarlos en un recipiente transparente calibrado que indique las unidades de volumen. En el laboratorio se utilizan probetas, pipetas y buretas para medir los volúmenes de los líquidos.

En el sistema métrico, las unidades de volumen se expresan en litros (L), que se define como un decímetro cúbico o partes de éste: Para medir el volumen de los líquidos se usa la unidad del mililitro (ml), es un milésimo de litro o un centímetro cúbico (cm³). El mililitro es una unidad muy pequeña de volumen. Un mililitro es igual a 30 gotas de un gotero, aproximadamente.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y en la Figura 3-2 se muestra la apariencia gráfica de los equipos de laboratorio utilizados en la simulación.

Figura 3- 1 Buretas con su contenido específico



Figura 3- 2 Erlenmeyer utilizado en la simulación



El material que escogimos para los equipos del laboratorio tiene una transparencia similar a los del laboratorio real para que permitan observar el líquido contenido en ellos. Adicionalmente en la simulación se observan tres pantallas a la derecha de cada bureta, que permiten al estudiante medir el volumen adicionado de cada reactivo en el erlenmeyer; la información que aparece en la pantalla es su medida en gotas y en mililitros, la cual el estudiante necesitará para hacer los cálculos requeridos en la

tabulación. Este volumen se irá incrementando a medida que la bureta adiciona la sustancia titulante al erlenmeyer, hasta que ambas sustancias ácido – base, junto con el indicador alcancen su punto de equivalencia y haya un cambio de color.

En el montaje virtual del laboratorio aparece un cuarto muy agradable y atractivo, con buena iluminación y disposición de los equipos tratando de que sea similar a uno convencional. Los equipos utilizados son buretas con un volumen de 50 ml y un erlenmeyer con un volumen de 100 ml. Se diseñó un botón para activar el paso del líquido hacia el interior del erlenmeyer reemplazando la llave convencional que trae la bureta, donde el cambia de color gris a rojo al momento de iniciar la titulación.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el montaje virtual realizado con los equipos de laboratorio, en éste se observan tres buretas y un erlenmeyer los cuales son utilizados para la titulación ácido – base.

Figura 3- 3 Apariencia de los equipos de laboratorio usados en la simulación



En la simulación al iniciarla, las buretas son fijas y el que se desplaza en el plano es el erlenmeyer, pasando por debajo de cada una de ellas, dependiendo de la cantidad de volumen que se adicione según la sustancia, cuando el estudiante active el botón que permite el paso del líquido este cambia de color gris a rojo, indicándole al estudiante que ya dio inicio a la titulación como se observan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 3- 4 Desplazamiento del erlenmeyer al iniciar la adición del líquido



A continuación se observa una simulación con la cual podemos realizar una titulación ácido – base, eligiendo una de las buretas según el líquido a adicionar, tal como se haría en el laboratorio, abriendo y cerrando la llave de la bureta, el proceso de vaciado de la bureta es lento para que el estudiante pueda observar detenidamente el cambio de color o viraje de las sustancias y el volumen consumido en la pantalla, se puede repetir la misma titulación, iniciando una nueva determinación de la sustancia de concentración desconocida. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede apreciar esto.

Figura 3- 5 Apariencia del líquido en el interior del erlenmeyer y la gota de líquido cayendo



Al activar el boton de la bureta, el erlenmeyer se va llenando y su contenido va cambiando cada vez que caen las gotas de la sustancia titulante facilitando el incremento del volumen al interior del erlenmeyer, este aumento de volumen se detiene justo cuando las sustancias cambian de color en el interior del recipiente que las contiene, llegando así a su punto de equivalencia determinado por el indicador y las gotas tambien dejan de salir por la bureta, así se observan en la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Figura 3- 6 Aumento del líquido al interior del erlenmeyer



4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se encontraron varias teorías relacionadas con la enseñanza de las reacciones químicas de una forma tradicional para representar el comportamiento de las reacciones, donde no es motivador para el proceso cognitivo de aprendizaje del estudiante, así los contextos de aprendizaje enriquecidos con las TIC ofrecen varias posibilidades para la enseñanza de la química; para lograr la motivación y la aprehensión de este concepto mi propuesta didáctica se basó en el diseño de una simulación educativa que ayuda a mejorar este proceso.

Se han elaborado otras simulaciones de titulaciones ácido – base pero no en tres dimensiones, donde el estudiante pueda interactuar las veces que sea necesario con la simulación del fenómeno hasta que alcance el objetivo de la práctica y revisarlo al mismo tiempo con el docente para garantizar y demostrar que la exploración es viable, manejable y continua, para ser implementada en la enseñanza de la educación media.

La simulación que desarrollé facilita a los estudiantes de la educación media, explorar interactivamente y en tres dimensiones, las experiencias de titulaciones ácido – base en laboratorios virtuales, complementando otros procesos de aprendizaje usadas en el aula de clase, también mejora la comprensión de conceptos que no se observan a simple vista y manipulan volúmenes de sustancias químicas virtualmente, ahorrando reactivos y por su seguridad personal, ya que los laboratorios reales representan algún peligro relacionado con estas prácticas.

La simulación expresiva ha sido diseñada por medio de un software llamado Blender que sirve para hacer gráficos en 3D, efectuar modelado, texturas, simulaciones, animaciones y video juegos, donde el estudiante no puede interactuar con ella, mientras que en Netbeans que es un entorno de desarrollo integrado, si permite esto y así los estudiantes motivados pueden emplear representaciones para exponer conceptos a sus compañeros y docentes, a su vez que pueden traer a la memoria con más facilidad argumentos que incluyen datos, fórmulas o características específicas.

4.2 Recomendaciones

Más adelante se puede trabajar y diseñar una nueva simulación con otro tipo de reacciones y de reactivos que posibilitan la realización de distintas simulaciones o representaciones de la realidad, en la búsqueda del sentido pedagógico de su utilización en el contexto del aula, favoreciendo nuevos procesos de aprendizaje, donde el estudiante de la media deba de enfrentarse de manera individual o colectiva al proceso de elaboración de conclusiones respecto a los fenómenos que son simulados.

Aunque la simulación está terminada en un futuro se debe hacer una intervención en el aula con su aplicación para analizar cuáles son sus efectos, donde se alcance a medir el resultado de las experiencias significativas en los estudiantes de la media y a su vez estos sean más participes y activos en su propio ritmo de aprendizaje.

Se busca con esta simulación invitar a todos los docentes de las diferentes áreas para que en la búsqueda del sentido pedagógico relacionado con el contexto del aula, aprovechen el uso a las TIC, porque afianza las prácticas de enseñanza y favorece nuevos entornos de aprendizaje en los estudiantes, donde ellos pueden estar en la creación y en la comprensión de los fenómenos (físicos, químicos, biológicos, matemáticos, etc) como parte de una nueva propuesta educativa.

Referencias

- Alcaldía de Medellín. (2012) Plan de Desarrollo 2012-2015 “MEDELLÍN, UN HOGAR PARA LA VIDA”. Medellín, Colombia. . Disponible en: [enlace](#)
- Alvarez, I. (2005). Perfil del docente y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Departamento de pedagogía aplicada. Facultad de Educación UAB. Disponible en: [enlace](#)
- Alzate, M. (2006). Aprender significativamente y clasificar en química. Investigaciones en Ensino de Ciencias – Vol. 11 (3) p.285- 302. Disponible en: [enlace](#)
- Ausubel, D., Novack, J. & Hanesian, H. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2ª Ed. Trillas. México, Pág 18.
- Cabero, J. (2008). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa. En Bodalo, A. y otros (eds.) (2007): Química: vida y progreso Murcia, Asociación de Químicos de Murcia. Disponible en: [enlace](#)
- Cataldi Z., Donnamaría, M. & Lage, F. (2009). Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. 1. UDB Química y Escuela de Educación de Posgrado. Facultad Regional Buenos Aires UTN.1,3. LIEMA Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. UBA.2. Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos IFLYSIB (CONICET-UNLP-CIC), La Plata, ARGENTINA. Pág 80-90. Disponible en: [enlace](#)
- Docencia Universidad de Antioquia. (2015) Tecnicaslabquímico. Disponible en: [enlace](#)
- Domínguez, J., Martínez, F., De Santa Ana, E., Cárdenes, A. & Mingarro, V. (2005). Uso del ordenador en la enseñanza de la química en bachillerato. Lecciones interactivas de química utilizando simulaciones modulares integradas. Disponible en: [enlace](#)
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2015) Erlenmeyer – flask. Disponible en: [enlace](#)

- Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Disponible en: [enlace](#)
- Esteban, M. (2002). El diseño de entornos de aprendizaje constructivista. Revista de Educación a distancia, 6. Disponible en: [enlace](#)
- Foresman, J. & Frisch, A. (1996). Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Second Edition, Gaussian, Inc, Pittsburgh, PA.
- Galagovsky, L. (2005) La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?. Revista Química Viva Número 1, año 4, Pág 1-15. Disponible en: [enlace](#)
- Giordan, M. (2008) Computadores e linguagens nas aulas de ciências. Ed. da Unijuí. Ijuí-RS. 328 p. Disponible en: [enlace](#)
- Giordan, M., & Gois, J. (2009) Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura (2009). Disponible en: [enlace](#)
- Gobernación de Antioquia. (2011). Plan de Desarrollo 2011-2015 “ANTIOQUIA LA MAS EDUCADA”. Medellín, Colombia. Disponible en: [enlace](#)
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Disponible en: [enlace](#)
- Jiménez, G. & Núñez, E. (2009). Cooperación on line en entornos virtuales en la enseñanza de la química, Educación Química, 20(3). Pág 314-319.
- Johnstone, A. (1982). Macro- and microchemistry. School Science Review, 64. Pág 377-379
- Ley General de Educación 115 de 1994. Decreto 1860. Disponible en: [enlace](#)
- Lineamientos curriculares. (1998) Ministerio de Educación Nacional. Cooperativa editorial magisterio. Santa fe de Bogotá, D.C.
- Martínez, F., Domínguez, J., De Santa Ana, E., Cárdenes, A. & Mingarro, V. (2004). Lecciones interactivas de física y química. Una propuesta de integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la física y química de educación secundaria. XXI Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales, 481-486. Universidad del País Vasco. Disponible en: [enlace](#)

-
- Ministerio de Educación Nacional. Colombia aprende. La red del conocimiento. República de Colombia. 2001. Disponible en: [enlace](#)
- Mondragón, C., Peña, L., Sánchez M., Arbeláez, F. & González D. (2010). Hipertexto química 1. 2010 editorial Santillana s.a. Pág 67,114-124, 126, 210-213. Disponible en: [enlace](#)
- Raviolo, A. (2010) Simulaciones en la enseñanza de la química. Conferencia VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química. Santa Fe, 9-11 de junio. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche.araviolo@bariloche.com.ar. Disponible en: [enlace](#)
- Restrepo, F. & Restrepo, J. (1987). Manual de Laboratorio Hola Química; Editorial Susaeta ediciones & Cía Ltda, Medellín, Colombia. Pág 10-16.
- Skoog, D., West, D. & Holler, F. (1995) Química Analítica; Editorial McGraw-Hill/Interamericana de Mexico, S.A de C.V.; Sexta edición; México. Cap. 10 y 28.
- Universidad de Salamanca. (2015) Palabra Bureta. Disponible en: [enlace](#)
- Universidad de Valencia. (2015) Volumetrías. Disponible en: [enlace](#)
- VaxaSoftware. (2015) Indicadores Acido-Base. Disponible en: [enlace](#)
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 10 N° 2, 3, pág. 133 -170. Disponible en: [enlace](#)
- Zumdahl, S. (2007) Fundamentos de química. 5ta Edición, Ed. MacGraw-Hill,S.A.CV. México. Pág 520-534.