



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Una propuesta didáctica para la enseñanza del equilibrio químico en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular

**Propuesta en la educación media de la *Institución Educativa*
*PIO XII de San Pedro de los Milagros***

Fabio Alejandro Paredes Oviedo

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE MEDELLÍN
Junio 2014**

Una propuesta didáctica para la enseñanza del equilibrio químico en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular

**Propuesta en la educación media de la *Institución Educativa*
*PIO XII de San Pedro de los Milagros***

Fabio Alejandro Paredes Oviedo

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

MAGISTER EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Director

Daniel Barragán, Doctor en Ciencias

Escuela de Química

Facultad de Ciencias

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE MEDELLÍN
2014**

Dedicatoria

Dedico este trabajo a cinco mujeres, a mi mamá Lidy Oviedo, a mi abuela Mary Redondo, a mi hermana Diana Paredes, a mi novia Katherin Zuluaga y a mi hija Allison, estas mujeres siempre están a mi lado soportando mis largas ausencias causadas por la academia, esperándome siempre con un abrazo y un te quiero; además son ellas la razón por la cual comencé este proyecto y por la cual seguiré en la búsqueda de ser cada día mejor en lo que hago.

Agradecimientos

A mi asesor de trabajo de grado profesor Daniel Barragán por su ayuda, apoyo y paciencia....

A mi madre Lidy Oviedo y a mi hermana Diana paredes por todo su apoyo en todo aspecto, es un logro también para ellas....

A mi novia Katherine Zuluaga Vera y nuestra futura hija que son las alegrías de mi vida y por la paciencia y el apoyo en todo este proceso logrado...

A todos mis compañeros de estudio, no solo aprendí bases teóricas de ellos...

Resumen

El equilibrio químico es uno de los pilares en el aprendizaje de la química ya que para su comprensión elemental se deben integrar por lo menos los siguientes fundamentos de la química básica: la estequiometría de reacciones químicas, la ley de acción de masas, la ley de Van't Hoff y la teoría cinético-molecular. Antes de afrontar el tratamiento cuantitativo del equilibrio a través de la constante de equilibrio el estudiante debe tener una clara comprensión y dominio de aspectos cualitativos, tales como el carácter dinámico y reversible de los procesos químicos en equilibrio, las características esenciales del equilibrio químico con y sin reacción química, el significado de la constante como propiedad fisicoquímica de las reacciones en equilibrio, el principio de Le Chatelier, entre otras. Sin lugar a dudas, el proceso de enseñanza-aprendizaje del equilibrio químico demanda una adecuada planeación por parte del docente de las actividades de aula a realizar, para evitar que éste sea percibido por el estudiante como algo complejo y abstracto.

En este trabajo desarrollamos una unidad didáctica, que también podríamos llamar una estrategia de aula, para la enseñanza del equilibrio químico en fase gaseosa, basándonos en un proceso que involucra las siguientes cuatro fases: *exploración, introducción de nuevos conocimientos, estructuración, síntesis y aplicación*. De esta manera, la propuesta presenta actividades iniciales para determinar las ideas previas de los estudiantes, actividades tipo taller tanto para los procesos de conceptualización como para la revisión de los saberes adquiridos y aplicaciones interactivas computacionales para contrastar hipótesis. Las actividades se enmarcan dentro de la solución a una situación problema en un contexto aplicado. Como evidencia de la aplicación de la unidad didáctica se presentan algunos resultados obtenidos en el aula de clase.

Palabras claves: *Proceso didáctico, equilibrio químico, fase gaseosa, aplicaciones interactivas*

Abstract

Chemical equilibria is the importance in the learning of chemistry because most of the fundamental ideas of basic chemistry are involved in their qualitative and quantitative studies, such as the stoichiometric of chemical reactions, the law of mass action, the Van't Hoff equation and the kinetic molecular theory of matter. Before learning the quantitative treatment of chemical equilibrium the students must understanding many qualitative aspects of equilibria such as reversibility of chemical processes, the essentials of equilibria with or without chemical reactions, the meaning of constant equilibrium as a physical quantity, the Le Chatelier's principle, and others.

From long time ago researchers have identified the complexity of teaching and learning chemical equilibrium and the need of teachers to rethink their teaching methods in order to improve the motivations of students for chemistry. In this work we present a chemistry didactic unit to teach chemical equilibrium supported with interactive media and with the following structure: exploration of students' prior knowledge, introduction of new concepts, structuration of concepts and ideas, synthesis and applications.

Some preliminary results obtained with our students are included.

Keywords: *Learning processes, chemical equilibrium, gas phase equilibrium, interactive learning*

Contenido

| | |
|--|--------|
| Resumen | V |
| Lista de figuras | IX |
| Lista de tablas | X |
| Lista de ecuaciones | X |
| Introducción | - 1 - |
| 1. Equilibrio químico | - 2 - |
| 1.1. Antecedentes..... | - 2 - |
| 1.2. Marco teórico referencial | - 5 - |
| 1.2.1. Estado gaseoso | - 6 - |
| 1.2.2. Teoría cinética molecular | - 7 - |
| 1.2.3. Leyes elementales de los gases | - 10 - |
| 1.2.3.1. Fracción molar | - 14 - |
| 1.2.4. Cinética química | - 15 - |
| 1.2.4.1. Velocidad de reacción..... | - 16 - |
| 1.2.5. Equilibrio químico | - 18 - |
| 1.2.5.1. Reacción irreversible | - 19 - |
| 1.2.5.2. Reacción reversible | - 20 - |
| 1.2.5.3. Constante de equilibrio | - 20 - |
| 1.2.5.4. Principio de Le Chatelier | - 24 - |
| 1.2.5.5. El cociente de reacción, Q. Predicción del sentido del cambio neto.. | - 26 - |
| 1.3. Unidad Didáctica. | - 27 - |
| 1.4. Alcances del marco referencial para resolver problemas relacionados con el <i>Equilibrio químico</i> | - 29 - |
| 2. Planteamiento del problema y Justificación. | - 30 - |
| 2.1. Planteamiento del problema..... | - 30 - |
| 2.2. Justificación. | - 31 - |
| 3. Objetivos | - 34 - |
| 3.1. Objetivo general..... | - 34 - |
| 4. Metodología | - 35 - |
| 4.1. Ficha operacional unidad didáctica | - 35 - |
| 4.2. Unidad Didáctica | - 35 - |

Contenido

| | | |
|----------|---|--------|
| 4.2.1. | Exploración..... | - 35 - |
| 4.2.2. | Introducción de nuevos conocimientos..... | - 36 - |
| 4.2.3. | Estructuración y síntesis | - 38 - |
| 4.2.4. | Aplicación..... | - 39 - |
| 5. | Resultados y discusión | - 40 - |
| 5.1. | Unidad didáctica: Equilibrio en fase gaseosa..... | - 40 - |
| 5.2. | Actividad de exploración..... | - 41 - |
| 5.3. | Etapa de introducción a nuevos conocimientos | - 45 - |
| 5.3.1. | Análisis de situación problema..... | - 45 - |
| 5.3.2. | Aprendizaje sobre el uso de aplicaciones..... | - 48 - |
| 5.3.3. | Conceptualización sobre cinética química..... | - 51 - |
| 5.3.4. | Conceptualización sobre <i>equilibrio químico</i> (énfasis en reacciones en fase gaseosa) | - 53 - |
| 5.3.5. | Estructuración y síntesis | - 55 - |
| 5.3.5.1. | Planteamientos de la constante de equilibrio | - 55 - |
| 5.3.5.2. | Caculo de la constante de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción para un sistema químico | - 56 - |
| 5.3.5.3. | Retroalimentación y socialización de resultados..... | - 56 - |
| 5.3.6. | Aplicación..... | - 57 - |
| 5.3.6.1. | Actividad evaluativa | - 57 - |
| 5.3.6.2. | Revisión de los conceptos aprendidos..... | - 58 - |
| 5.4. | Informe cuantitativo de las actividades realizadas | - 59 - |
| 5.4.1. | Encuesta sobre saberes previos..... | - 59 - |
| 5.4.2. | Estructuración y síntesis: Planteamiento de la constante de equilibrio - | 61 - |
| 5.4.3. | Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción)..... | - 62 - |
| 5.4.4. | Situación problema “introducción a nuevos conocimientos” | - 63 - |
| 6. | Conclusiones y Recomendaciones. | - 65 - |
| 6.1. | Conclusiones..... | - 65 - |
| 6.2. | Recomendaciones..... | - 66 - |
| 7. | Anexos | - 67 - |
| 7.1. | Anexo A: Recursos propuestos en la fase de inducción | - 67 - |
| 7.2. | Anexo B: Encuesta conceptos previos para desarrollar el tema de equilibrio en fase gaseosa..... | - 70 - |

Contenido

| | | |
|-----------|--|----|
| 7.3. | Anexo C: Situación problema “introducción a nuevos conocimientos” | 72 |
| 7.4. | Anexo D: Actividad I: introducción a nuevos conocimientos | 73 |
| 7.5. | Anexo E: Actividad II: introducción a nuevos conocimientos | 74 |
| 7.6. | Anexo F: Estructuración y síntesis (cinética química) | 75 |
| 7.7. | Anexo G: Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción) | 76 |
| 7.8. | Anexo H: Evaluación sobre apropiación de conceptos en <i>Equilibrio químico</i> en fase gaseosa | 77 |
| 8. | Bibliografía y Cibergrafía | 85 |

Lista de figuras

| | | |
|------------|---|--------|
| Figura 1. | Representación de una reacción (incluyendo velocidades de reacción).... | - 5 - |
| Figura 2: | Estados de agregación de la materia y características del estado gaseoso. | - 7 - |
| - | | |
| Figura 3: | Teoría cinético molecular (Generalidades)..... | - 8 - |
| Figura 4. | Estado gaseoso (según la teoría cinética molecular) | - 9 - |
| Figura 5: | Ilustración leyes de los gases (Boyle, Charles y Avogadro). Fuente: Química general, Chang, décima edición..... | - 12 - |
| Figura 6: | Ley de Dalton (ilustración aplicativa)..... | - 13 - |
| Figura 7: | Gas ideal (Representación de sus características). | - 13 - |
| Figura 8. | Cinética química (generalidades). | - 15 - |
| Figura 9. | Variación de la concentración en una transformación con respecto al tiempo | - 17 - |
| Figura 10. | Formula general de ley de la velocidad para una reacción | - 18 - |
| Figura 11: | Reacción en Equilibrio químico..... | - 18 - |
| Figura 12: | Reacción irreversible. | - 19 - |
| Figura 13: | Cambio de la concentración con respecto al tiempo en una reacción irreversible. | - 19 - |
| Figura 14: | Reacción reversible..... | - 20 - |
| Figura 15: | Cambio de la concentración con respecto al tiempo en una reacción reversible. | - 20 - |
| Figura 16: | Constante de equilibrio (en función de los valores presentados). | - 21 - |
| Figura 17: | Representación de un sistema químico en equilibrio | - 21 - |
| Figura 18: | Características relacionadas con el equilibrio químico | - 24 - |
| Figura 19: | Aplicación del principio de le-chatelier..... | - 25 - |
| Figura 20: | Coefficiente de reacción y sentido del desplazamiento del sistema químico.- | - 27 - |
| Figura 21: | Modelo para el diseño de la unidad didáctica en ciencias naturales | - 28 - |
| Figura 22: | Applets java, Equilibrio químico en fase gaseosa..... | - 42 - |

Contenido

| | |
|---|--------|
| Figura 23: Videos con temática complementaria del tema de equilibrio químico en fase gaseosa..... | - 43 - |
| Figura 24: Applets de reacción química y balanceo de reacciones. | - 44 - |
| Figura 25: Applets java cambios que sufre la materia..... | - 44 - |
| Figura 26: Esquema de ABP (aprendizaje basado en problemas) | - 46 - |
| Figura 27: Página Moodle "El mundo de la Química"..... | - 49 - |
| Figura 28: Aplicaciones relacionadas con el equilibrio químico..... | - 50 - |
| Figura 29: Diapositivas tema cinética química. | - 51 - |
| Figura 30: Ilustración applet java cinética química | - 52 - |
| Figura 31: Muestra de las diapositivas sobre Equilibrio químico..... | - 53 - |
| Figura 32: Ilustración de la herramienta Moodle (Equilibrio químico)..... | - 54 - |
| Figura 33: Modelo de aprendizaje social y colaborativo | - 55 - |

Lista de tablas

| | |
|--|---------------|
| Tabla 1. Factores o condiciones que influyen sobre velocidades de reacción..... | - 5 - |
| Tabla 2: Parámetros, variables y constantes relacionadas con las leyes de los gases... - | 10 - |
| Tabla 3: Resumen leyes de los gases (Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro y Dalton)..... | - 11 - |
| Tabla 4: Parámetros relacionados con la fracción molar | - 14 - |
| Tabla 5: Descripción de los factores que influyen en el equilibrio químico..... | - 25 - |
| Tabla 6: Resultados encuesta de saberes previos | - 59 - |
| Tabla 7: Respuestas cuestionarios de saberes previos sobre equilibrio en fase gaseosa..... | - 60 - |
| Tabla 8: Estructuración y síntesis: Planteamiento de la constante de equilibrio..... | - 61 - |
| Tabla 9 Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción)..... | - 62 - |
| Tabla 10: Resultados obtenidos al realizar la situación problema “introducción a nuevos conocimientos” | - 63 - |

Lista de ecuaciones

| | |
|--|--------|
| Ecuación 1. Formula de la energía cinética | - 9 - |
| Ecuación 2: Formula de la fracción molar | - 14 - |
| Ecuación 3: Formula de la presión parcial. | - 14 - |
| Ecuación 4. Formula de la velocidad | - 16 - |
| Ecuación 5. Formula de la velocidad media de formación de B..... | - 16 - |
| Ecuación 6. Formula de la velocidad media de desaparición de A..... | - 17 - |
| Ecuación 7. Formula de la velocidad de formación de B (en función de la concentración). | - 17 - |

Contenido

Ecuación 8. Formula de la velocidad instantánea de formación de B. - 18 -

Ecuación 9: Formula general para la velocidad directa de reacción. - 22 -

Ecuación 10: Formula general para velocidad inversa de reacción..... - 22 -

Ecuación 11: Formula del Equilibrio químico (velocidades de reacción) - 22 -

Ecuación 12: Formula de la constante de equilibrio en función de las constantes
directa e inversa - 22 -

Ecuación 13: Formula general para representar a la constante de equilibrio. - 23 -

Ecuación 14: Fórmula para representar el equilibrio químico (en función de la presión)
..... - 23 -

Ecuación 15: Fórmula para representar la presión (gas ideal) - 23 -

Ecuación 16: Formula donde se relacionan las constantes de equilibrio (Kp y Kc) .. - 23 -

Introducción

En la mayoría de trabajos de investigación realizados sobre la enseñanza y aprendizaje del *equilibrio químico*, (Rocha A. L., 2007), se concluye que este tema es uno de los que genera mayor dificultad en la actividad didáctica del docente y que uno de los puntos de mayor conflicto para los estudiantes está relacionado con las concepciones alternativas sobre este proceso. Entre las dificultades analizadas sobresalen tanto las que tienen que ver con las ideas previas sobre conceptos relacionados con el *equilibrio químico*, como las derivadas de las formas de representación de los sistemas; a continuación mencionamos algunas de ellas:

- Confusión entre avance y velocidad de la reacción
- Representación de las reacciones químicas mediante ecuaciones químicas
- Concepción del sistema en equilibrio como dos compartimentos separados, quizás a causa de la influencia de la ecuación química
- Aplicación inadecuada del principio de Le Chatelier

Para comenzar a construir una propuesta de unidad didáctica, debemos apoyarnos en los estudios sobre las dificultades recurrentes que presentan los estudiantes en el aprendizaje y la comprensión de una determinada temática en ciencias; al igual que las investigaciones sobre las dificultades inherentes al concebir la formación docente sólo como la suma de saberes disciplinares y pedagógicos no articulados con las necesidades académicas de los estudiantes.

Los aspectos didácticos (teorías del aprendizaje, estrategias y modelos didácticos, prácticas específicas) deben ser integrados simultáneamente con los aspectos conceptuales específicos de la disciplina. Igualmente, no debe olvidarse la problemática alrededor de la construcción de instrumentos apropiados para la enseñanza y el aprendizaje, su aplicación y evaluación. Para completar este panorama, es de suma importancia para el proceso educativo la construcción de un marco filosófico referencial para la implementación de las unidades didácticas, uno de ellos puede ser el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) que busca, por ejemplo, contextualizar el estudio de las reacciones químicas con aspectos industriales y de la vida diaria (Bulwik, 2000).

Introducción

El presente trabajo gira en torno a una propuesta de unidad didáctica como alternativa que contribuya a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado con el tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa. En esta propuesta se toma como base conceptual la *teoría cinética molecular* con las adecuaciones necesarias para la educación básica secundaria, de manera que propicie el aprendizaje significativo de este tema en las clases de química.

Por otra parte, la propuesta desarrollada también se basa en un ciclo o proceso didáctico, (Jaume Jorba, 1994) que consta de cuatro etapas o fases: una de *exploración* cuyo propósito es activar las estructuras cognitivas, poniéndolas a prueba en situaciones cotidianas, otra de *introducción de nuevos conocimientos* con actividades encaminadas además a la enseñanza de procedimientos y actitudes, otra de *estructuración y síntesis* que permite una reflexión sobre aquello que se aprende y la manera como se logra, finalmente una etapa de *aplicación* donde se lleva al estudiante a enfrentar nuevas situaciones o contextos donde puede aplicar los conocimientos adquiridos y compararlos con los que inicialmente tenía (Moncada, 2014).

El diseño del ciclo didáctico que proponemos está dirigido a grupos entre 40 y 50 estudiantes en educación media y su desarrollo corresponde a un periodo académico (10 semanas). Las actividades propuestas se eligieron siguiendo las diferentes etapas del ciclo didáctico (Jaume Jorba, 1994), por lo que se incluyeron cuestionarios diagnóstico, talleres de actividades, cuestionarios asociados al uso de herramientas tecnológicas tales como la plataforma Moodle y aplicaciones en Flash y Java, todas ellas teniendo como eje central la solución de una situación problema, además de un cuestionario final.

El compromiso adquirido con este trabajo está centrado en desarrollar todas las actividades que componen la unidad didáctica y mostrar algunos resultados de su aplicación. Se espera que la unidad didáctica se implemente formalmente en la institución educativa de modo que, a mediano plazo, se tengan suficientes datos e información de seguimiento que permita hacer una valoración objetiva de su utilidad.

1. Equilibrio químico

1.1. Antecedentes

La aproximación cinética al concepto de *equilibrio químico* implica que la velocidad de transformación de reactivos en productos es igual a la de productos en reactivos. Es importante hacer notar que esta condición dinámica y reversible aplica en general, haya o no transformación química de la materia, como es el caso de los equilibrios de cambio de fase, equilibrios de solubilidad, equilibrios de reparto y equilibrio de reacción química. Por otro lado, la aproximación energética del *equilibrio químico* implica que el sistema alcanza un estado estable de mínima energía a temperatura y presión constantes. Pero ¿Cómo responde un sistema químico en equilibrio a perturbaciones externas en la presión, el volumen, la temperatura y la concentración?. Sin una adecuada consideración de los aspectos cualitativos y cuantitativos del equilibrio, el estudiante tendrá que hacer un gran esfuerzo mental, complejo y abstracto, para vislumbrar la respuesta del sistema a las perturbaciones, lo cual no garantiza que se alcance una respuesta correcta.

En este trabajo se abordó el estudio del *equilibrio químico* para reacciones en fase gaseosa, teniendo a la teoría cinética molecular como marco de referencia conceptual del comportamiento de la materia frente a cambios en las variables de estado.

Diferentes investigaciones revelan el esfuerzo de los docentes en la búsqueda de alternativas pedagógicas para lograr que los estudiantes aprendan el *equilibrio químico* de manera significativa, a continuación se reseñan los trabajos más relevantes.

Quílez Pardo plantea que un análisis limitado del principio de Le Chatelier, tan sólo como un principio de acción-reacción, y su formulación vaga y ambigua pueden ser parte de las fuentes de malentendidos sobre cómo se debe analizar un sistema en *equilibrio químico*, (Quílez Pardo, 1995). Los resultados de una prueba diagnóstica aplicada a 170 estudiantes de primer año de universidad, con el propósito de identificar conceptos erróneos, revelaron las siguientes dificultades en los estudiantes: a) una aplicación e interpretación errónea del principio de Le Chatelier, b) la continua evocación a recuerdos memorísticos y procedimientos

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

algorítmicos, c) el control incorrecto de las variables involucradas y el uso limitado de la ley del *equilibrio químico*, d) La falta de dominio de los principios del equilibrio químico y la dificultad para transferirlos a nuevas situaciones.

Raviolo estudió el papel de las proposiciones, imágenes y modelos mentales en el aprendizaje de la química y del *equilibrio químico*; dicha investigación fue realizada a estudiantes universitarios de primer año, mostrando cómo el origen de todas las dificultades se encuentran en las representaciones mentales generadas, (*Raviolo*, 2005). En este trabajo se reflexionó sobre el papel que juegan las imágenes en el aprendizaje de los estudiantes, buscando de esta manera alternativas didácticas para posibilitar la enseñanza del *equilibrio químico*.

Garritz analiza los resultados de una búsqueda bibliográfica exhaustiva de analogías para enseñar *equilibrio químico*, llegando a la conclusión que gran parte de las analogías que han sido publicadas son desconocidas por los maestros porque han sido publicadas en lapsos de tiempo muy amplios y se encuentran en revistas internacionales de difícil acceso. También se examinó el uso de estas analogías en el aula, su forma de presentación en libros de texto y la pertinencia de las analogías creadas por los estudiantes. (*Garritz*, 2007)

Por su parte *Longhi* comparó distintas estrategias de enseñanza del *equilibrio químico* en términos de contenidos, propósitos y formas de comunicación con los estudiantes de nivel universitario. Los resultados principales dan cuenta de numerosos obstáculos en el aprendizaje del *equilibrio químico* e indican que las estrategias centradas en una posición constructivista del conocimiento activan más las dimensiones de la comprensión que de las formas tradicionales de transmisión - recepción de la enseñanza. Las propuestas de enseñanza en las que los alumnos pudieron regular y tomar conciencia de su proceso de aprendizaje, así como aquellas donde el docente generó discusiones con sus alumnos sobre una situación problema, permitieron a los estudiantes alcanzar niveles de comprensión más altos y/o avances más significativos frente a los niveles de comprensión iniciales. Proponer situaciones didácticas donde el conocimiento surge de retomar lo que el alumno ya sabe y de cuestionar el contenido disciplinar crea un referente en el alumno para anclar su comprensión y da claras evidencias de la necesidad de revisar las prácticas pedagógicas educativas, (*Longhi*, 2011).

Velásquez implementó una estrategia didáctica de enseñanza en la que se aplicaron las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) para motivar el proceso de enseñanza-aprendizaje del *equilibrio químico* en estudiantes de

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

secundaria, bajo la modalidad de ambientes de aprendizaje. El estudio se dirigió a estudiantes del grado once de la Institución Educativa Rural el Tablazo del Municipio Barbosa-Antioquia. A los estudiantes se les asignaron actividades en la plataforma Moodle como estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en actividades de aprendizaje colaborativo. El diseño de la estrategia se centró en conocimientos teórico-prácticos que propiciaron una efectiva motivación del proceso enseñanza- aprendizaje más allá del entorno escolar, restringido en el espacio y en el tiempo a las aulas y los horarios, aplicando la evaluación formativa–cualitativa, (Velásquez, 2012).

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

1.2. Marco teórico referencial

Dentro de las transformaciones que sufre la materia en su estado gaseoso, ya sean físicas o químicas; tenemos que analizar y entender las condiciones bajo las cuales se presentan dichos cambios y cómo variables como la presión, la temperatura, la composición, la cantidad de reactivos y la cantidad de productos afectan estas transformaciones. Así las cosas, es necesario estudiar detenidamente el *equilibrio químico* en fase gaseosa con el fin de comprender cómo se comporta dicha clase de reacciones bajo distintas condiciones.

En toda transformación ya sea física o química existe una velocidad para el cambio de reactivos a productos conocida como velocidad de reacción directa (V_d) y una velocidad en la transformación de productos a reactivos, conocida como velocidad inversa de reacción (V_i); cuando en una transformación las velocidades, tanto inversa como directa son iguales, se considera que la transformación se encuentra en *equilibrio químico*. Cuando alteramos condiciones como presión, temperatura, volumen, cantidad de reactivos o productos, alteramos el *equilibrio químico* y éste, según sean las condiciones, podría desplazarse hacia los reactivos o hacia los productos, (Mcgraw-Hill, 2014).

Con relación a las velocidades de transformación, en la figura 1 vemos como se plantea una reacción:

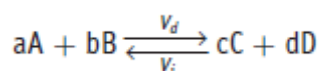


Figura 1. Representación de una reacción (incluyendo velocidades de reacción)

En la tabla 1 presentamos los factores, variables, que pueden alterar las velocidades de reacción y, por tanto el desplazamiento del *equilibrio químico*.

Tabla 1. Factores o condiciones que influyen sobre velocidades de reacción.

| Factores o condiciones |
|----------------------------|
| Temperatura(T) |
| Presión(P) |
| Volumen(V) |
| Concentración de reactivos |
| Concentración de productos |

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

Se sabe que el *equilibrio químico* es un fenómeno cuya naturaleza dinámica, permite su modificación con sólo variar algunos factores de los que depende como: temperatura, presión, volumen o concentraciones de las sustancias que intervienen en la reacción, lo cual resulta de vital importancia para aumentar el rendimiento de los procesos industriales, (Massa & Cantó, 2014).

1.2.1. Estado gaseoso

Al analizar los sistemas químicos en estado gaseoso encontramos que presentan las siguientes características, desde un punto de vista macroscópico (Universidad Nacional del Nordeste, 2014; McGraw-Hill, 2014):

- Su homogeneidad.
- Su baja densidad, respecto a líquidos y sólidos
- La ocupación de todo el volumen del recipiente que los contiene
- La espontánea difusión de un gas en otro

También la estructura de los gases es interpretada desde un punto de vista microscópico:

- La sustancia, en estado gaseoso, está constituida por moléculas muy separadas entre sí, como corresponde a su baja densidad.
- Las moléculas están en perpetuo movimiento, trasladándose en línea recta en todas las direcciones y sentidos dentro del volumen ocupado.
- Hay choques de las moléculas contra las paredes del recipiente y también entre sí (choques intermoleculares).

Para tener una mayor claridad sobre las condiciones del estado gaseoso, ver figura 2, presentada a continuación donde se presentan los estados de agregación y características del estado gaseoso.

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

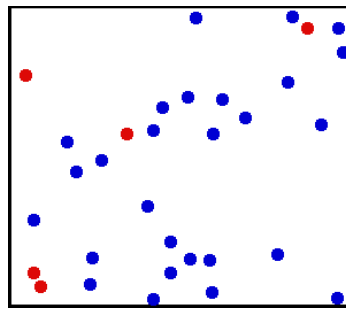
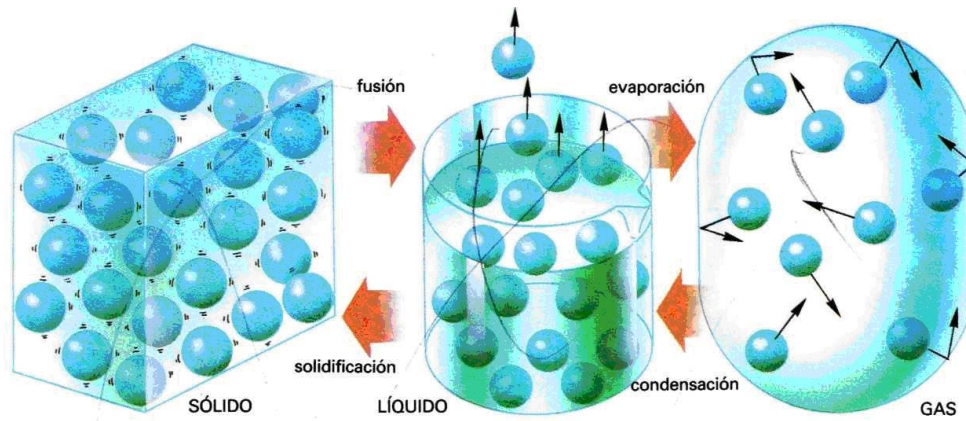


Figura 2: Estados de agregación de la materia y características del estado gaseoso.

Fuente: <http://tcinetica.blogspot.com/>

1.2.2. Teoría cinética molecular

La herramienta principal para explicar el comportamiento de los gases recibe el nombre de teoría cinética molecular y esta se apoya en una serie de diferentes supuestos, estos en su mayoría guardan relación con la mecánica clásica.

Según este modelo todo lo que nos rodea está formado por unas partículas muy pequeñas, que son invisibles aún a los mejores microscopios y que se llaman moléculas. Las moléculas están en continuo movimiento y entre ellas existen fuerzas atractivas, llamadas Fuerzas de Cohesión. Las moléculas, al estar en movimiento, se encuentran a una cierta distancia una de otras, de esta manera existe espacio vacío entre ellas y cuando es incrementada la temperatura, dichas moléculas aumentan su velocidad. (Teoría Cinético Molecular, 2006)

Con la ayuda de modelo puede explicarse perfectamente el hecho de que la materia pueda encontrarse en 3 estados: **Sólido**, **Líquido** y **Gaseoso**. Este modelo permite,

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

también, explicar la razón por la que un sólido puede convertirse en líquido o un gas en líquido.

Como se ha expresado anteriormente este es un modelo desarrollado para explicar la naturaleza de la materia y reproducir su comportamiento, es sumamente importante aclarar que fue desarrollado inicialmente para los gases. Esta teoría nos indica que el comportamiento físico de los gases puede considerarse como el promedio estadístico de todas las partículas, esto implica introducir la termodinámica estadística. Enfocándose en el comportamiento físico de los gases y no en el químico, ya que para este último necesitamos la mecánica cuántica. Presentamos en la figura 3 a continuación los postulados y fenómenos relacionados con la teoría cinética molecular.

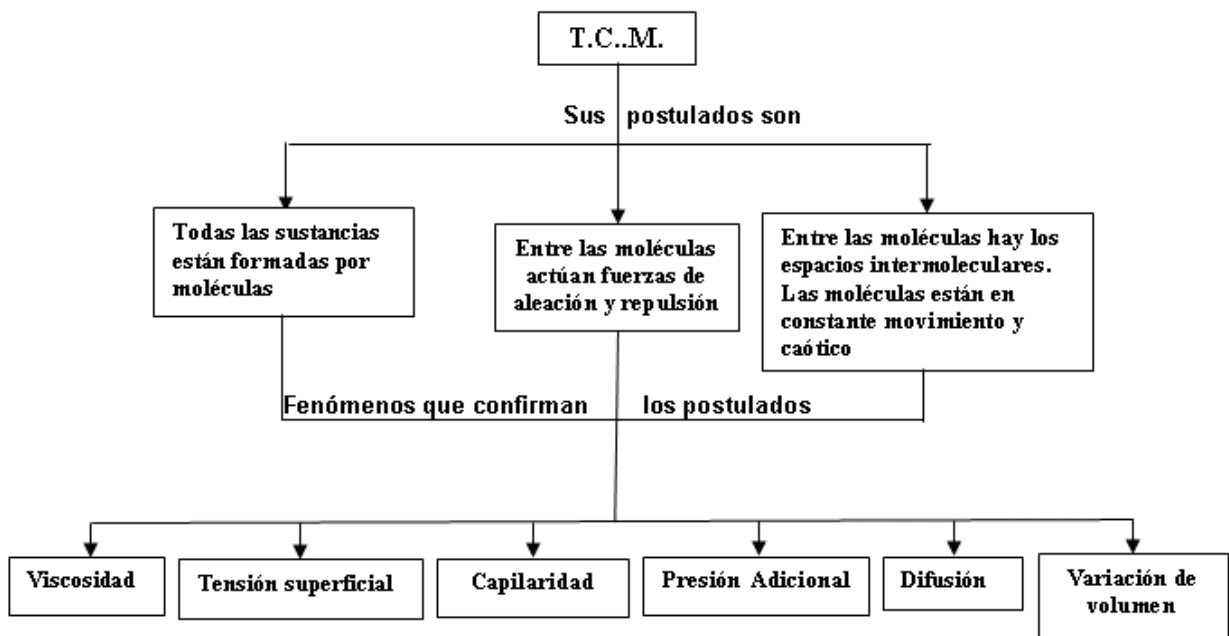


Figura 3: Teoría cinético molecular (Generalidades)

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos55/tarjetas-de-estudio-de-termodinamica/tarjetas-de-estudio-de-termodinamica2.shtml>

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

La teoría cinética molecular se basa en una serie de postulados que tienen como fin, entender la ilustración en la figura 4, en la que se representa el estado gaseoso:

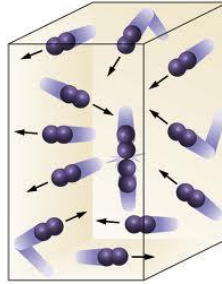


Figura 4. Estado gaseoso (según la teoría cinética molecular)

Fuente: <http://ensenarquimica.galeon.com/aficiones2063281.html>

- Los gases están formados por partículas (átomos o moléculas) que se encuentran a grandes distancias en comparación con su tamaño, por lo que el volumen realmente ocupado por las moléculas es despreciable frente al volumen total, es decir, la mayor parte del volumen ocupado por un gas es espacio vacío.
- Las moléculas están en un continuo movimiento aleatorio. Se desplazan en línea recta chocando entre sí y contra las paredes del recipiente. Estos choques son elásticos, es decir, en el choque una molécula puede ganar energía y la otra perderla, pero la energía total permanece constante.
- Las fuerzas atractivas de cohesión entre las moléculas o fuerzas intermoleculares, son muy débiles o nulas.
- La temperatura es proporcional a la energía cinética media de las moléculas y por tanto, a la velocidad media de las mismas. La ecuación de la energía cinética es presentada a continuación.

$$(E_c = 1/2 m * V^2)$$

Ecuación 1. Formula de la energía cinética

- La presión ejercida por un gas es proporcional al número de choques por unidad de superficie de las moléculas contra las paredes del recipiente que lo contiene, (*universidadlaboralab, 2011; McGraw-Hill, 2014*).

1.2.3. Leyes elementales de los gases

Para lograr una descripción cuantitativa del comportamiento de los gases se usaran como herramienta algunas de las leyes elementales de los gases y la *ecuación del gas ideal*. Para explicar estas leyes, utilizaremos la teoría cinético-molecular de los gases, presentada en la sección anterior .

Para tener una mayor comprensión de estas leyes se presentará a continuación una tabla donde encontraremos parámetros, variables y constantes relacionadas con las distintas leyes de los gases.

Tabla 2: Parámetros, variables y constantes relacionadas con las leyes de los gases

| Parametros | |
|------------|--------------------------------|
| I | Condicion inicial |
| F | Condicion final |
| Variables | |
| V | Volumen |
| P | Presion |
| T | Temperatura |
| n | Moles |
| x | Fraccion molar |
| Constantes | |
| R | Constante de los gases ideales |

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

En la tabla 3 se resumen las leyes de Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro, Gas ideal y Dalton

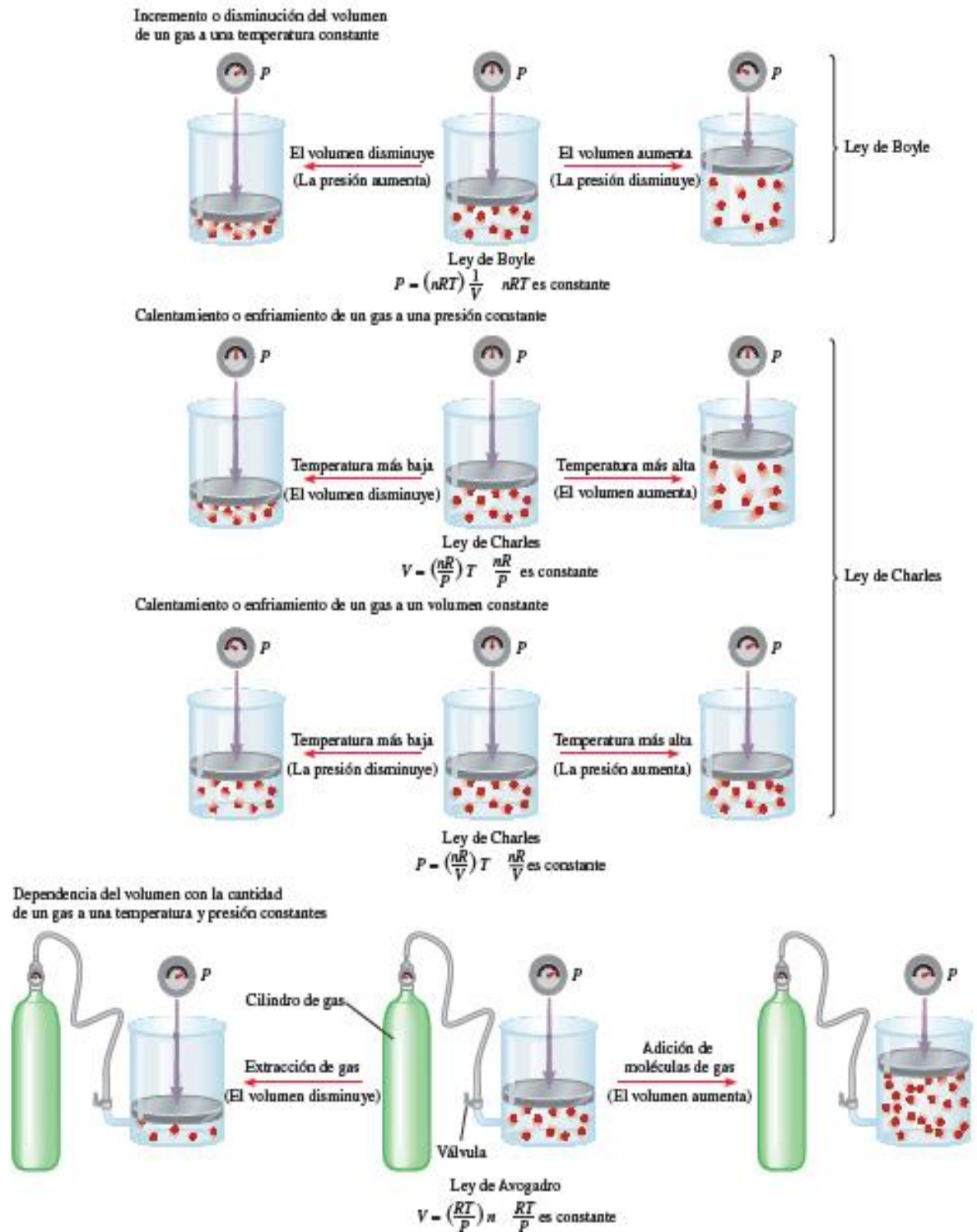
Tabla 3: Resumen leyes de los gases (Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro y Dalton)

| Ley | Características | Relación | Ecuación |
|-------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| Boyle | Para una cierta cantidad de un gas a una temperatura constante, el volumen del gas es inversamente proporcional a su presión. | $P \propto \frac{1}{V}$ | $P_i V_i = P_f V_f$ |
| Charles | El volumen de una cantidad fija de un gas a presión constante es directamente proporcional a la temperatura (absoluta) Kelvin. | $V \propto T$ | $\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$ |
| Gay Lussac | Establece que la presión de una cantidad fija de gas mantenido a volumen constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas. | $P \propto T$ | $\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$ |
| Avogadro | Establece que a presión y temperatura constantes, el volumen de un gas es directamente proporcional al número de moles del gas presente. | $V \propto n$ | $\frac{V_i}{n_i} = \frac{V_f}{n_f}$ |
| Gas ideal | Es un gas hipotético cuyo comportamiento de presión, volumen y temperatura se puede describir completamente con la ecuación del gas ideal. Las moléculas de un gas ideal no se atraen o se repelen entre sí, y su volumen es insignificante en comparación con el volumen del recipiente que lo contiene. Aunque en la naturaleza no existe un gas ideal. | $V \propto \frac{nT}{P}$ | $PV = nRT$ |
| Dalton | Es la ley de las presiones parciales, la cual establece que la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones que cada gas ejercería si estuviera solo | $P_T = P_A + P_B + \dots P_n$ | |

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

Para una mayor comprensión se presentara a continuación en la figura 5 ilustraciones esquemáticas de las Leyes de Boyle, Charles y Avogadro

Figura 5: Ilustración leyes de los gases (Boyle, Charles y Avogadro). Fuente: Química general, Chang, décima edición



CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

Se presenta a continuación la figura 6, donde se muestra una ilustración de la aplicación de la ley de Dalton, donde el volumen y la temperatura permanecen constantes.

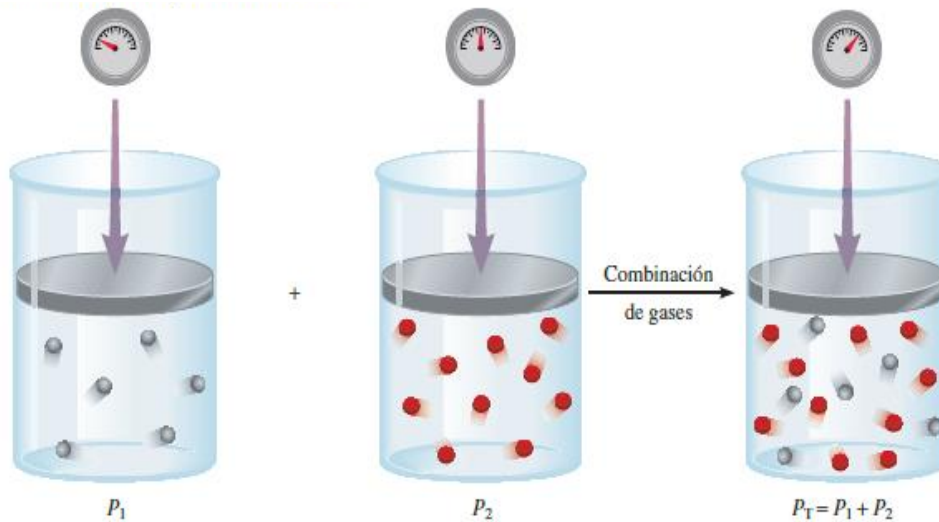


Figura 6: Ley de Dalton (ilustración aplicativa)

Fuente: química general, Chang, décima edición

Para lograr una mejor comprensión, se presenta en la figura 7 un esquema donde están ilustradas las características más relevantes asociadas a la ley del gas ideal.

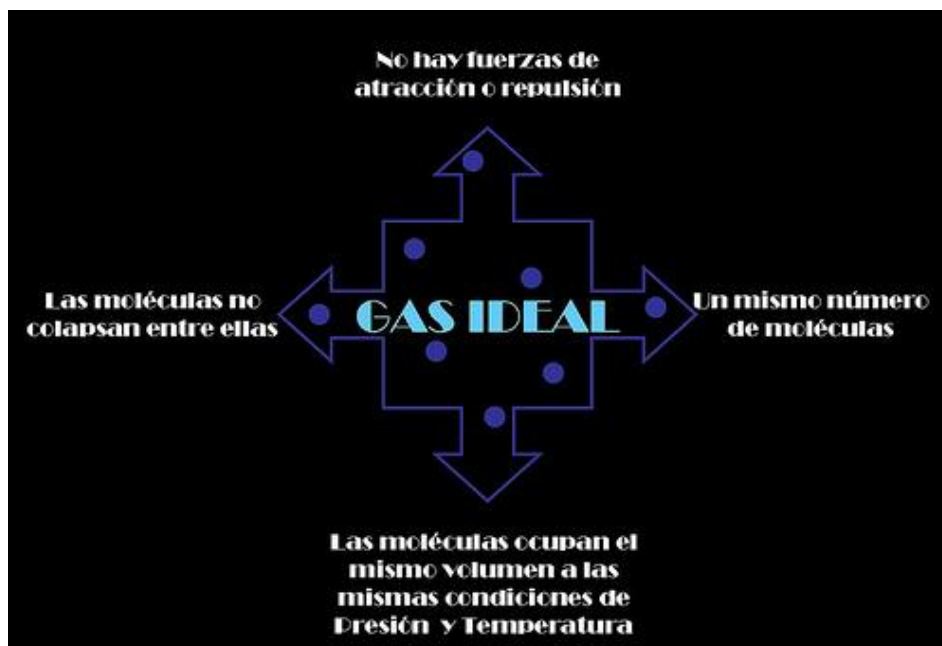


Figura 7: Gas ideal (Representación de sus características).

Fuente: <http://neetesuela.com/gases-ideales/>

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

1.2.3.1. Fracción molar

La fracción molar es una cantidad adimensional que expresa mediante un cociente la relación del número de moles de un componente con el número de moles de todos los componentes presentes en la mezcla de gases. La fracción molar se representa con la expresión χ_i .

La expresión matemática para la fracción molar es la siguiente:

$$\chi_i = \frac{\eta_i}{\eta_{\text{totales}}}$$

Ecuación 2: Formula de la fracción molar

En la tabla 4, presentada a continuación se muestran los parámetros relacionados con la fracción molar

Tabla 4: Parámetros relacionados con la fracción molar

| Parámetros | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| χ_i | Fracción molar de la especie |
| η_i | Moles de la especie |
| η_{totales} | Moles totales de la mezcla |
| P_i | Presión parcial de la especie |
| P_T | Presión total del sistema analizado |

La fracción molar guarda una estrecha relación con la Ley de Dalton, en lo referido al cálculo de las presiones parciales, dicha relación se presenta a continuación en la siguiente ecuación:

$$P_i = \chi_i P_T$$

Ecuación 3: Formula de la presión parcial.

1.2.4. Cinética química

Si se desea entender el equilibrio en reacciones químicas, lo primero que hay que analizar, son los aspectos fundamentales de la cinética química y la manera como estos influyen o determinan el comportamiento del *equilibrio químico* en reacciones en fase gaseosa.

Se sabe que la termodinámica nos permite evaluar la espontaneidad o no de las reacciones, pero no nos informa de la rapidez con que tendrá lugar el proceso de transformación de los reactivos en productos: puede ser rápida, lenta, o incluso, puede no ocurrir nunca de modo apreciable. El estudio de estos últimos aspectos es el objeto de la cinética química. Se sabe que la cinética química es la parte de la química que estudia la velocidad con que suceden las reacciones, de los factores que influyen en ella y del mecanismo a través del cual los reactivos se transforman en productos, en la figura 8 presentamos un esquema donde se muestran todos los conceptos relacionados con la cinética química, (Politécnico Cartagena, 2014).

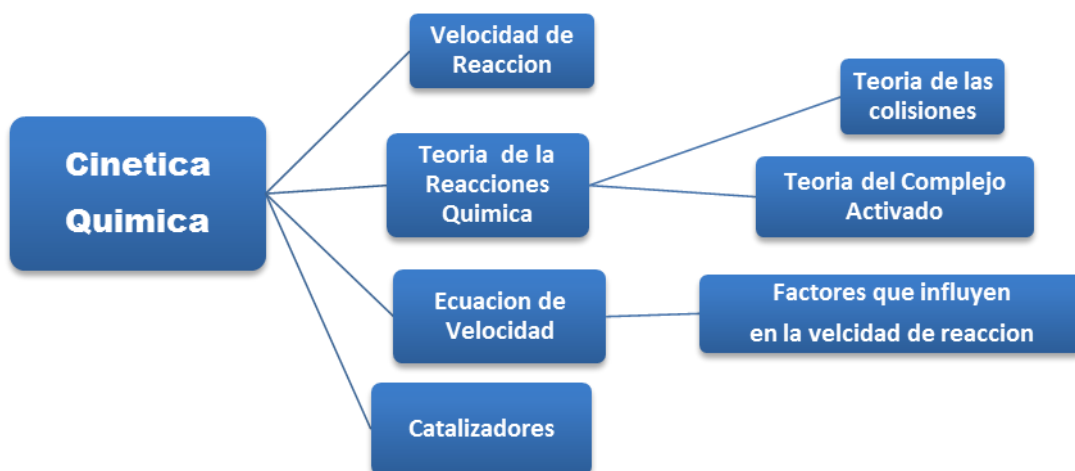


Figura 8. Cinética química (generalidades).

La importancia práctica de la cinética química se centra en dos aspectos:

- Predecir la velocidad que tendrá una reacción en unas condiciones determinadas de presión, temperatura, concentración y catalizador.
- Determinar y comprender el mecanismo por el cual se da una reacción química, (OCW, 2014).

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

1.2.4.1. Velocidad de reacción

Cuando se da una transformación química (reacción química) o una transformación física (cambio de fase), se debe analizar con qué velocidad se dan estos cambios, por este motivo se estudia todo lo relacionado a la velocidad de reacción.

Como su nombre lo indica, la velocidad (V) indica la variación de una propiedad con el tiempo.

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

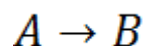
Ecuación 4. Formula de la velocidad

Dónde: x es igual a una propiedad (concentración, presión, conductividad,...)

La velocidad de reacción muestra la rapidez con que se consume un reactivo dado o se forma un producto, por esta razón se debe tener en cuenta la siguiente convención cuando se analice la velocidad de reacción:

- Reactantes(reactivos): Desaparecen con el tiempo (signo negativo)
- Productos: Aparecen con el tiempo (signo positivo)

Si se plantea una reacción del siguiente tipo:



Al definir un intervalo de tiempo, se expresa la velocidad media de dicha reacción como el aumento del número de moles del producto B en dicho intervalo de tiempo, quedando expresada de la siguiente forma:

$$\text{Velocidad media de formacion de B} = + \frac{\Delta(\text{moles de B})}{\Delta t}$$

Ecuación 5. Formula de la velocidad media de formación de B.

También se puede expresar dicha velocidad en función de los reactivos, en este caso nos referimos a A, de la siguiente forma:

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

$$\text{Velocidad media de desaparición de A} = - \frac{\Delta(\text{moles de A})}{\Delta t}$$

Ecuación 6. Fórmula de la velocidad media de desaparición de A.

Se sabe que en toda transformación química cuando un reactivo se consume, simultáneamente se está formando un producto, debido a esta situación queda clara la siguiente expresión (gomez, gonzalez, & viruela, 2009)

$$\text{Velocidad media de desaparición de A} = \text{Velocidad media de formación de B}$$

Otro aspecto a analizar es la función del volumen en dicho tipo de reacción, si esta propiedad permanece constante podemos expresar la velocidad media de reacción en función de la concentración, como será mostrado en la ecuación 7 a continuación.

$$\text{Velocidad media de formación de B} = + \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

Ecuación 7. Fórmula de la velocidad de formación de B (en función de la concentración).

Cuando se habla de la velocidad de reacción realmente se refiere a la velocidad instantánea de reacción. La velocidad instantánea se acerca a la velocidad media sólo cuando el intervalo de tiempo para la reacción es cercano a cero como se ve ilustrado en la figura 9 que sigue:

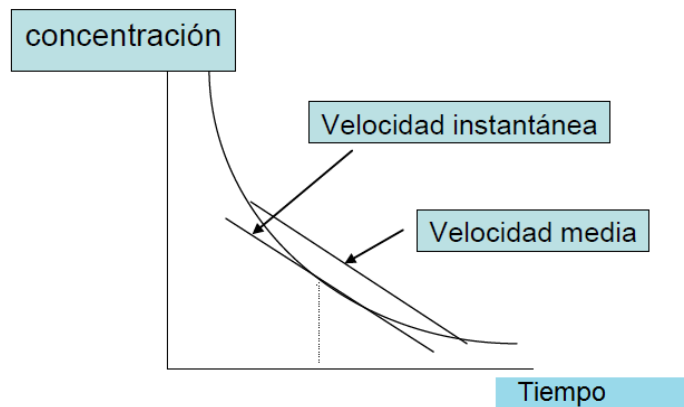


Figura 9. Variación de la concentración en una transformación con respecto al tiempo

Fuente: http://ocw.uv.es/ciencias/1-1/teo_cinetica_nuevo.pdf

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

Tomando en cuenta lo expuesto y al trazar una línea tangente a la curva para la variación de la concentración tocándola en un punto de interés, se encuentra la velocidad instantánea de reacción a cualquier tiempo, como se ve en la figura 8, debido a esto se plantea una ecuación de velocidad instantánea expresada así:

$$\text{Velocidad instantanea de formacion de B} = + \frac{d[B]}{dt}$$

Ecuación 8. Formula de la velocidad instantánea de formación de B.

Con base en lo anterior, se plantea una ley de velocidad para cualquier reacción, presentada de la siguiente manera en la figura 9:

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$
$$v = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt}$$

Figura 10. Formula general de ley de la velocidad para una reacción

1.2.5. Equilibrio químico

El *equilibrio químico* es un estado de un sistema cerrado reaccionante en el que no se observan cambios a medida que transcurre el tiempo, a pesar de que siguen reaccionando entre sí las sustancias presentes. En la figura 11 se muestra una representación de una situación que es análoga al *equilibrio químico*.



Figura 11: Reacción en Equilibrio químico.

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

En las reacciones químicas los reactivos no se consumen totalmente para obtener los productos deseados. Todas las reacciones en sistema cerrado, alcanzan un estado final de reacción en el que se puede comprobar que la concentración de todos los reactivos y productos permanece constante.

Para lograr una mayor comprensión sobre el tema de *equilibrio químico* se debe entender que, bajo estas condiciones, existen dos tipos de reacción: las reacciones irreversibles y las reacciones reversibles.

1.2.5.1. Reacción irreversible

Una reacción cinéticamente irreversible, es una reacción química que se verifica en un solo sentido (figura 12), es decir, se prolonga hasta agotar por completo una o varias de las sustancias reaccionantes, y por tanto la reacción inversa no ocurre de manera espontánea (Todo es Química, 2014; McGraw-Hill, 2014). Más precisamente, la magnitud de la constante de equilibrio químico determina una dirección termodinámica preferencial para la ocurrencia de la reacción, así una constante que podemos llamar “muy grande” determina que en la práctica se puede considerar que todos los reactivos se transformaran en productos.

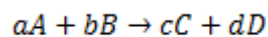


Figura 12: Reacción irreversible.

En la figura 13 se muestra el comportamiento de una reacción irreversible, en función de sus concentraciones tanto de productos como de reactivos en función del tiempo.

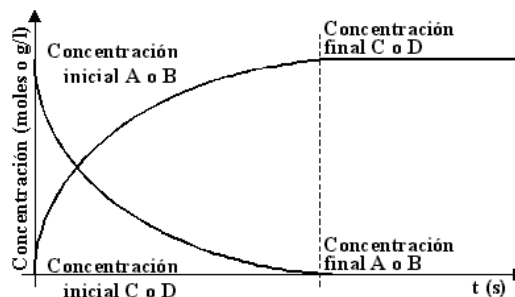


Figura 13: Cambio de la concentración con respecto al tiempo en una reacción irreversible.

Fuente: <http://todoesquimica.blogia.com/2012/030503-reacciones-irreversibles-y-reversibles.php>

1.2.5.2. Reacción reversible

Las reacciones reversibles son aquellas en las que los reactivos no se transforman totalmente en productos, ya que éstos vuelven a formar los reactivos, dando lugar así a un proceso cinético de doble sentido (figura 14) que lleva al estado a un estado de *equilibrio químico* con una magnitud de la constante de equilibrio que permite verificar relativamente fácil las concentraciones de equilibrio tanto de reactivos como de productos.

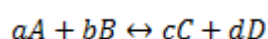


Figura 14: Reacción reversible.

En la figura 15 se muestra el comportamiento de una reacción reversible, en función de sus concentraciones tanto de productos como de reactivos en función del tiempo.

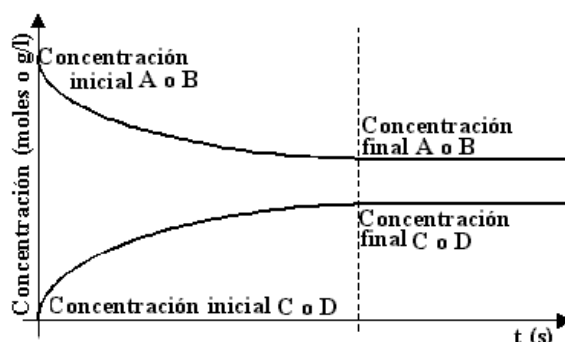


Figura 15: Cambio de la concentración con respecto al tiempo en una reacción reversible.

Fuente: <http://todoesquimica.blogia.com/2012/030503-reacciones-irreversibles-y-reversibles.php>

1.2.5.3. Constante de equilibrio

La relación entre las concentraciones de las sustancias presentes en la reacción química, reactivos y productos, cuando se llega al equilibrio es la misma a temperatura y presión constantes, independientemente de las concentraciones iniciales. Fue así como Guldberg y Waage en 1864 encontraron, de una forma absolutamente experimental, la ley que relacionaba las concentraciones de los reactivos y productos en el equilibrio con una magnitud, que se denominó constante de equilibrio y representó con la letra **K**, siendo ésta la representación matemática de la ley de acción

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

de masas (**LAM**), definida de la siguiente manera: “LAM: esta ley establece que para una reacción reversible en equilibrio y a una temperatura constante, una relación determinada de concentraciones de reactivos y productos tiene un valor constante K (la constante de equilibrio)”, (Chang, 2010).

La constante de equilibrio se define mediante un cociente, cuyo numerador se obtiene multiplicando las concentraciones de equilibrio de los productos, cada una de las cuales está elevada a una potencia igual a su coeficiente estequiométrico en la ecuación balanceada. El denominador se obtiene aplicando este mismo procedimiento para las concentraciones de equilibrio de los reactivos. La magnitud de la constante de equilibrio indica si una reacción en equilibrio es favorable a los productos o a los reactivos. Si K es mucho mayor que 1 (es decir, $K \gg 1$), el equilibrio se desplazará hacia la derecha y favorecerá a los productos. Por el contrario, si la constante de equilibrio es mucho menor que 1 (es decir, $K \ll 1$), el equilibrio se desplazará a la izquierda y favorecerá a los reactivos como se ve en la siguiente figura 16, (Chang, 2010).

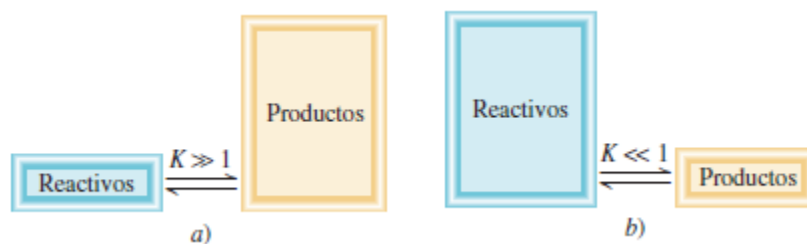


Figura 16: Constante de equilibrio (en función de los valores presentados).

- a) En el equilibrio hay más productos que reactivos, y se dice que el equilibrio se desplaza hacia la derecha. b) En la situación contraria, cuando hay más reactivos que productos, se dice que el equilibrio se desplaza hacia la izquierda.

Se plantea un sistema en equilibrio de la siguiente forma:

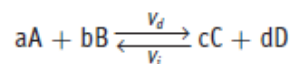


Figura 17: Representación de un sistema químico en equilibrio

En el sistema químico en equilibrio existe una velocidad para cambio de reactivos a productos conocida como velocidad de reacción directa (V_d) y una velocidad de transformación de productos a reactivos, conocida como velocidad inversa de reacción (V_i).

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

Por este motivo se puede plantear la velocidad directa de reacción del siguiente modo aplicando la ley de acción de masas:

$$V_d = K_d[A]^a[B]^b$$

Ecuación 9: Formula general para la velocidad directa de reacción.

También se puede plantear la velocidad inversa de reacción así:

$$V_i = K_i[C]^c[D]^d$$

Ecuación 10: Formula general para velocidad inversa de reacción.

En las ecuaciones 9 y 10 vemos que los términos K_d y K_i son constantes de velocidades específicas para cada tipo de reacción tanto inversa como directa, teniendo en cuenta la definición de *equilibrio químico* podemos plantear esta expresión:

$$V_d = V_i$$

$$K_d[A]^a[B]^b = K_i[C]^c[D]^d$$

$$\frac{K_d}{K_i} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Ecuación 11: Formula del *Equilibrio químico* (velocidades de reacción)

Como a la temperatura que se realizó el proceso K_d y K_i son constantes, estas se pueden escribir así:

$$\frac{K_d}{K_i} = K_c$$

Ecuación 12: Formula de la constante de equilibrio en función de las constantes directa e inversa

La constante de equilibrio se planteó K_c , ese subíndice **c** significa que es la constante de equilibrio en función de las concentraciones, dicha expresión para la constante de equilibrio queda de la siguiente manera:

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Ecuación 13: Formula general para representar a la constante de equilibrio.

La magnitud K_c informa sobre la proporción entre reactivos y productos en el *equilibrio químico* (Mcgraw-hill, 2014), como se describe a continuación:

- Cuando $K_c > 1$, en el equilibrio resultante la mayoría de los reactivos se han convertido en productos.
- Cuando $K_c \rightarrow \infty$, en el equilibrio prácticamente solo existen los productos (reacción irreversible).
- Cuando $K_c < 1$, indica que, cuando se establece el equilibrio, la mayoría de los reactivos quedan sin reaccionar, formándose solo pequeñas cantidades de productos.

La constante de equilibrio también puede ser planteada en función de las presiones para los sistemas químicos, dicha constante de equilibrio queda planteada como K_p y es expresada de la siguiente forma:

$$K_p = \frac{[P_C]^c [P_D]^d}{[P_A]^a [P_B]^b}$$

Ecuación 14: Fórmula para representar el equilibrio químico (en función de la presión)

Por medio de la ecuación de gas ideal, para sistemas gaseosos se puede relacionar al K_c y K_p . Aplicando gas ideal se puede expresar la presión de la siguiente manera

$$P_i = \frac{nRT}{V}$$

Ecuación 15: Fórmula para representar la presión (gas ideal)

Realizando operaciones y simplificaciones matemáticas al reemplazar la ecuación 15 en la 14, la relación entre K_c y K_p queda así:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

Ecuación 16: Formula donde se relacionan las constantes de equilibrio (K_p y K_c)

1.2.5.4. Principio de Le Chatelier

El *equilibrio químico* representa un balance entre las reacciones inversa y directa, de modo que la velocidad neta de reacción sea cero. Los cambios en las condiciones experimentales pueden alterar el balance haciendo que la velocidad neta de reacción no sea cero, desplazando la el equilibrio para que se forme mayor o menor cantidad de producto deseado. Las variables que se pueden controlar en forma experimental para modificar el equilibrio son la concentración, la presión, el volumen y la temperatura, ver figura 18, (Chang, 2010).



Figura 18: Características relacionadas con el equilibrio químico

Fuente: <http://cmfisicoquimicaex.blogspot.com/2013/12/principio-de-le-chatelier.html>

Si se modifican las condiciones que mantienen un sistema en equilibrio, es decir las restricciones impuestas al sistema cerrado, éste se adapta a las nuevas condiciones alcanzándose un nuevo estado de equilibrio; a este cambio se le denomina desplazamiento de la posición de equilibrio. (Fernandez, Gonzalez, & Alejandro, 2010). Enunciado de manera elemental el principio de Le Chatelier dice: “si, en un sistema en equilibrio, se varía algún factor que afecte al equilibrio, éste evolucionará en el sentido en que tienda a contrarrestar dicha variación”, ver figura 19 y tabla 5.

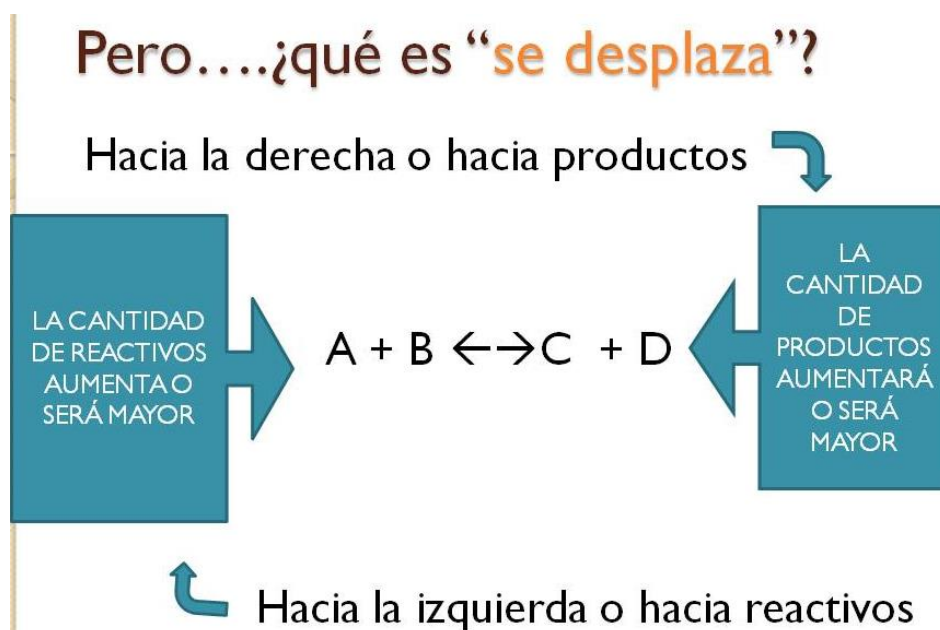


Figura 19: Aplicación del principio de le-chatelier

Fuente: <http://cmfisisicoquimicaex.blogspot.com/2013/12/principio-de-le-chatelier.html>

Tabla 5: Descripción de los factores que influyen en el equilibrio químico.

| Factores | Generalidades |
|----------------------|--|
| Temperatura | <p>Una variación de la temperatura modificará siempre el valor de la constante de equilibrio de un sistema químico. Si la reacción directa es exotérmica, un aumento de la temperatura producirá un desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda. Por tanto, tendrá lugar una disminución de la constante de equilibrio.</p> <p>Si, por el contrario, la reacción directa es endotérmica y se aumenta la temperatura del sistema, se producirá un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha dando lugar a un aumento de la constante de equilibrio.</p> |
| Concentración | <p>La variación de la concentración de cualquiera de las sustancias que intervienen en un equilibrio, sin variar la temperatura, no modifica el valor de la constante, pero hace variar las concentraciones de las otras sustancias presentes en el equilibrio.</p> <p>Al variar la concentración de alguna de las sustancias presentes en el equilibrio, el sistema evoluciona siempre en el sentido en que se restablezca el valor de la constante de equilibrio.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> El efecto de una variación en la presión del sistema por cambio del |

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

| | |
|----------------------|--|
| Presión | <p>volumen del recipiente, sin modificar la temperatura, se aprecia en las reacciones reversibles donde interviene alguna sustancia gaseosa.</p> <ul style="list-style-type: none">• Una variación en la presión total no modifica el valor de la constante de equilibrio, aunque puede modificar las concentraciones de las sustancias presentes en él.• Un aumento de presión, producido mediante una disminución de volumen (por ejemplo, transvasando las sustancias de un recipiente a otro), favorece un desplazamiento del equilibrio en el sentido que disminuye el número de moles gaseosos presentes en el equilibrio y, por tanto, tiende a restablecerse la presión inicial.• Una disminución de la presión produce un desplazamiento de la reacción en el sentido de aumentar el número de moles gaseosos presentes en el equilibrio, de forma que favorece un aumento de la presión.• Si no hay variación de volumen en una reacción, no influye la variación de presión. |
| Catalizadores | <p>Los catalizadores no modifican la constante de equilibrio; únicamente favorecen que se alcance el equilibrio con mayor o menor rapidez, pero no afectan a las concentraciones de las sustancias presentes en el mismo.</p> |

1.2.5.5. El cociente de reacción, Q. Predicción del sentido del cambio neto.

La capacidad de predecir el sentido de un cambio neto al establecerse el equilibrio es importante por dos motivos:

- En ocasiones no es necesario hacer cálculos de equilibrio detallados. Podemos necesitar solamente una descripción cualitativa de los cambios que tienen lugar al establecerse el equilibrio a partir de unas condiciones iniciales dadas.
- En algunos cálculos de equilibrio es útil determinar en primer lugar el sentido del cambio neto.

Para cualquier conjunto de actividades iniciales en una mezcla reaccionante podemos establecer una razón entre estas actividades que tenga la misma forma que la expresión de la constante de equilibrio. Esta razón se denomina cociente de reacción y se representa por Q . Para una reacción hipotética general, el cociente de reacción (escrito en primer lugar, en función de las actividades y después tomando las

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

concentraciones, suponiendo un estado de referencia para las mismas). (Petrucci, Herring, Madura, & Bissonnette, 2011).

En la figura 20 vemos ilustrado el sentido en el cual se encontrará el sistema químico dependiendo de los valores de Q y K .

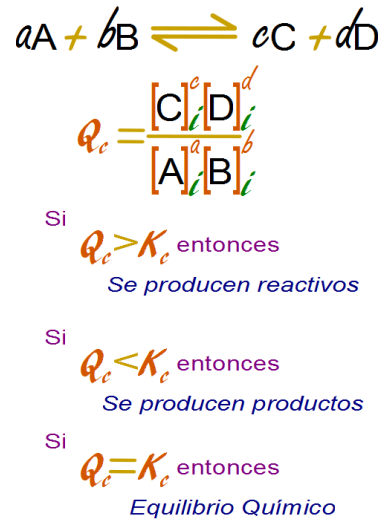


Figura 20: Coeficiente de reacción y sentido del desplazamiento del sistema químico

Fuente: <http://cienciasdejoeseleg.blogspot.com/2013/06/prediccion-de-la-direccion-de-la.html>

1.3. Unidad Didáctica.

La unidad didáctica se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza-aprendizaje, articulado y completo (Gallego Ortega, 2010). Con ella se busca desarrollar aprendizajes significativos de una temática específica, por lo cual se le conoce como unidad relativa de trabajo.

Se trata de una herramienta que parte de la toma de distancia por parte del profesor de un modelo transmisionista y de la actitud pasiva de los estudiantes. Según (Tamayo, 2013), el diseño de las unidades didácticas requiere de una perspectiva constructivista de manera que se desarrolle en el estudiante pensamiento crítico de las problemáticas actuales en cada área de estudio.

Esencialmente se emplean estas unidades para que el profesor planifique la finalidad de su labor docente. Se trata entonces de una herramienta que propicia la

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

construcción del conocimiento y no la transmisión de los mismos (Ladino Ospina, Moreno Pirajan, & Casallas, 2005). Con ellas se definen relaciones conceptuales significativas y coherentes con los recursos del medio y las necesidades del estudiante y la sociedad. Un profesor no enseña lo que no sabe, por ello toda unidad didáctica se fundamenta en los saberes científicos de las disciplinas e interrelaciona lo que se pretende enseñar con el cómo y el para qué del mismo.

De acuerdo a (Tamayo, 2013), los componentes de una unidad didáctica para Ciencias Naturales específicamente son: 1) Ideas previas; 2) Historia y epistemología de las ciencias; 3) Múltiples modos semióticos y TIC; 4) Reflexión metacognitiva; 5) Finalmente, evolución conceptual. En la siguiente figura se presenta el modelo para el diseño de la Unidad Didáctica (UD):

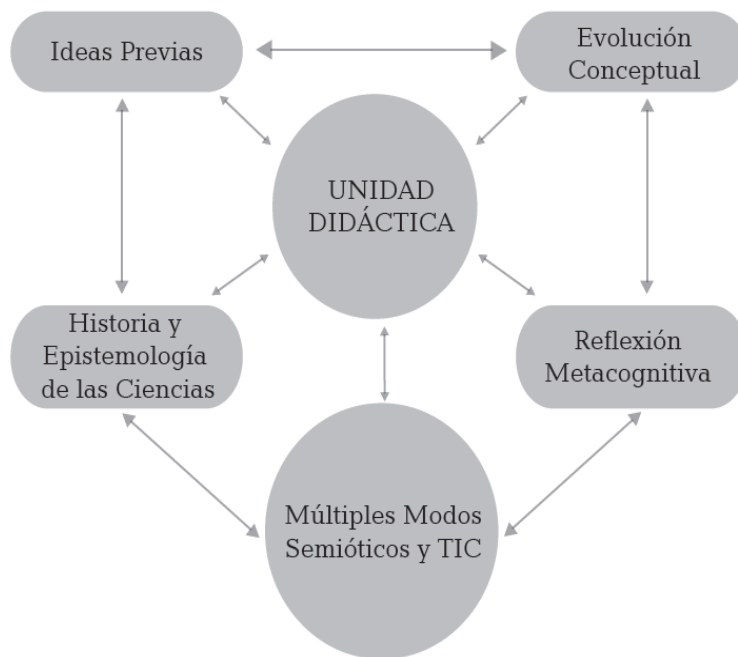


Figura 21: Modelo para el diseño de la unidad didáctica en ciencias naturales

Fuente: revistas.usbbog.edu.co/index.php/Itinerario_educativo/articulo/.../367

1.4. Alcances del marco referencial para resolver problemas relacionados con el *Equilibrio químico*.

Después de haberse realizado la revisión de todos los conceptos y teorías que son fundamentales en química, relacionados con el tema de *equilibrio químico*, se espera que el estudiante esté en capacidad de resolver situaciones como las siguientes:

- Identificar las principales características del *equilibrio químico* en relación a otros sistemas de diferente naturaleza también en estado de equilibrio, por ejemplo equilibrio mecánico, equilibrio fisiológico, etc.
- Plantear correctamente la constante de equilibrio para una determinada reacción.
- Interpretar adecuadamente el valor numérico de la constante de equilibrio y que pueda sacar conclusiones a partir de estos datos.

2. Planteamiento del problema y Justificación.

2.1. Planteamiento del problema

Es de suma importancia analizar los contenidos curriculares correspondientes al área de química en la educación secundaria, con el fin de plantear y realizar las adaptaciones curriculares necesarias, buscando así un mayor impacto en la formación del estudiante. La temática del área por su orden y contenido resulta de gran dificultad para los estudiantes en cuanto a su comprensión, análisis y resolución de situaciones problemas. Con estos antecedentes los estudiantes pierden fácilmente el interés y esto se refleja en las dificultades de aprendizaje que tienen frente a esta temática.

El *equilibrio químico*, dentro del currículo del área de química es de suma importancia ya que relaciona e integra gran cantidad de conceptos como son: reacción química, estequiometría, solubilidad, disoluciones, gases, estados de agregación entre otros; lo anterior unido a la naturaleza abstracta del mismo, hace que sea uno de los aspectos más difíciles de enseñar, (Pardo Q. , 1995).

Algunos de los investigadores que estudian las dificultades de enseñanza aprendizaje a nivel didáctico del tema *equilibrio químico*, coinciden en que las más comunes se relacionan con: aplicación inadecuada del principio de Le Chatelier; confusión entre extensión y velocidad de reacción; representación de reacciones químicas mediante ecuaciones químicas y concepción del sistema en equilibrio como dos compartimentos separados; ausencia de preconceptos, lo que interfiere con la elevada jerarquía conceptual que exige el tema; uso incorrecto de analogías por parte de profesores y

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

estudiantes; concepciones alternas sobre *equilibrio químico*; falta de comprensión de conceptos estequiométricos, de concentración y de masa; uso del lenguaje tradicional al enunciar el principio de Le Chatelier; planteamientos didácticos incorrectos; utilización de reglas de tipo memorístico; y, finalmente, empleo de un razonamiento causal, lineal y secuencial, (Pardo & Villareal, 2008).

Para tratar de incidir de manera positiva en las distintas problemáticas presentadas en el enseñanza y aprendizaje del *equilibrio químico* se destacan las bondades del uso del software como herramienta de trabajo, en tanto que: permite que los estudiantes avancen a su propio ritmo, propicia la reflexión y la participación activa del educando, contribuye a la modernización de las prácticas docentes, posibilita el manejo de varias herramientas como videos, gráficos a nivel matemático y textos, (Pardo & Villareal, 2008).

Actualmente hacer uso de las TICs como herramientas didácticas en la enseñanza de las ciencias resulta sencillo, económico y de fácil acceso ya que de la red se pueden descargar programas gratuitos que permiten el trabajo de la química en una forma más dinámica e interesante para los estudiantes.

Siendo consecuente con lo anteriormente expuesto surge la pregunta problematizadora:

¿Es posible utilizar los recursos computacionales disponibles para implementar una unidad didáctica orientada a la enseñanza del equilibrio químico desde la teoría cinética molecular?

2.2. Justificación.

Algunos de los problemas en la enseñanza de las ciencias naturales surgen por la falta de motivación de los alumnos hacia la ciencia. Esto provoca una falta de confianza en los educadores, y además les impide desempeñar de manera óptima su práctica docente. Hay que tener presente que algunas dificultades surgen de las actitudes y creencias de los propios docentes, por ejemplo las creencias de que las actividades científicas son difíciles de realizar, que sólo pueden ser llevadas a cabo por especialistas, y que dentro del salón de clases es casi imposible lograrlas con

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

éxito. Es importante no dejar a un lado estos elementos, porque no considerar las actitudes de los maestros, puede traer consecuencias poco beneficiosas en el aprendizaje de las ciencias, ya que las opiniones y creencias que tienen los educadores acerca del conocimiento científico pueden representar verdaderos obstáculos en el desarrollo de su práctica docente, (García-Ruiz & Sánchez, 2008).

Una de las inquietudes más comunes que se encuentra en los procesos de formación de docentes y en los diferentes cursos de actualización y cualificación de la enseñanza de las ciencias naturales es ¿cómo enseñar estas ciencias significativamente?, dicha pregunta no pretende instrumentalizar la didáctica o encontrar fórmulas mágicas para solucionar problemas en el contexto del aula de clase, sino promover discusiones concretas que aporten elementos teórico-prácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y en donde se logre evidenciar relaciones necesarias y fundamentales entre elementos conceptuales, sociales y culturales de los actores involucrados en dicho proceso, (Ortega, 2007).

Cuando se trata de introducir a los alumnos al mundo del conocimiento científico, suele suceder que los docentes de ciencias naturales, especialmente en el campo de la química, busquen estrategias de enseñanza enfocadas hacia una alfabetización social que supera cualquier perspectiva científicista; pues estos nuevos ciudadanos deben ser responsables, no sólo consigo mismos, sino con su entorno y esto implica la selección adecuada no sólo de los contenidos, sino la forma de abordarlos, pues la meta es que los estudiantes se lleven una visión de la química como una ciencia útil, cotidiana y accesible, (Galagovsky Lydia, 2009). Entre las estrategias que podemos utilizar citamos: *Química en la vida diaria* (situaciones problemáticas concretas que los alumnos deben resolver en grupo); *Problema integrador* (basado en preguntas que interrelacionan e integran distintos temas de la asignatura con un eje temático de interés actual y atractivo); *Aprendizaje basado en problemas* (situaciones problemáticas organizadas que se presentan contextualizadas en el mundo real y resueltas activamente en el entorno áulico); *Experimentando la química* (experimentos sencillos realizados por los alumnos en el aula/laboratorio); *Visita educativa* extra-clase a empresas; y *Tutoría*, ejercida por los propios docentes, (Sandoval, 2013).

Los trabajos de investigación sobre enseñanza y aprendizaje del *equilibrio químico* ponen de manifiesto que dicho tema es uno de los que presentan más dificultades desde el punto de vista didáctico y coinciden muy bien en cuáles son los puntos de

CAPITULO II: Planteamiento del problema y justificación

mayor conflicto, como en las concepciones alternativas. Entre las dificultades analizadas se destacan tanto las que tienen que ver con las ideas previas sobre conceptos relacionados con el de *equilibrio químico*, como las derivadas de las formas de representación de los sistemas, (Scandrolí, 2008):

- Confusión entre extensión y velocidad de la reacción
- Representación de las reacciones químicas mediante ecuaciones químicas
- Concepción del sistema en equilibrio como dos compartimentos separados, quizás a causa de la influencia de la ecuación química
- Aplicación inadecuada del Principio de Le Chatelier

Por lo anteriormente expuesto, al abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular, el docente debe propiciar el uso de herramientas computacionales actuales y asequibles para los alumnos, para de esta manera posibilitar la adquisición del conocimiento relacionado con *equilibrio químico*, tanto teórico como práctico, fácil de manejar y con la posibilidad de aplicación a la vida cotidiana por parte de alumnos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Seleccionar e Implementar mínimo dos estrategias metodológicas mediante el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del *equilibrio químico* en fase gaseosa, desde la teoría cinética molecular a estudiantes de educación media.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1.** Secuenciar (semanalmente) los contenidos y actividades que faciliten a los estudiantes de la media, el aprendizaje del *equilibrio químico* en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular
- 3.2.2.** Desarrollar las diferentes fases de la unidad didáctica donde se muestre a los estudiantes, la importancia del *equilibrio químico* en fase gaseosa y las aplicaciones que podemos dar a las distintas teorías en su diario acontecer
- 3.2.3.** Realizar seguimiento a la ejecución de la unidad didáctica de modo que se identifiquen los logros de aprendizaje de los estudiantes, en lo relacionado con los conceptos básicos del *equilibrio químico* en fase gaseosa.

4. Metodología

4.1. Ficha operacional unidad didáctica

- **Tema principal:** *Equilibrio químico* en fase gaseosa
- **Nivel en que se puede aplicar:** grado once de la educación media (14 – 18 años).
- **Número de estudiantes:** 30-40
- **Número de sesiones para el desarrollo de los contenidos:** 30 horas
- **Número de horas asignadas a la materia:** 3 horas semanales
- **Material:** Fotocopias, Video-beam, computadores.

Esta unidad didáctica se organizó con base en el ciclo didáctico propuesto por *Jaume*, el cual consta de las siguientes cuatro fases: Exploración, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis y aplicación, (Jaume Jorba, 1994). Con esta estructura se pretende que el estudiante reconozca la relación entre el equilibrio en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular y la cinética química con conceptos estequiométricos, los cambios físicos y/o cambio químico y las leyes de los gases. Lo anterior haciendo uso de recursos informáticos tipo animación flash y java enmarcados o contenidos en la plataforma de evaluación interactiva **moodle** y la solución de situaciones problema contextualizadas.

4.2. Unidad Didáctica

4.2.1. Exploración

Esta fase se planea para llevarse a cabo en seis horas de clase que equivalen a dos semanas de actividades, realizando dos actividades con diferente intensidad horaria, discriminadas así: 1) Un cuestionario de selección múltiple y justificación de las respuestas, 2) Una actividad de tipo virtual utilizando la herramienta moodle para interactuar con aplicaciones en flash y java de sistemas en *equilibrio químico*.

CAPITULO IV: Metodología

En la primera actividad de exploración, el docente plantea la realización de un cuestionario de selección múltiple que requiere la justificación de la respuesta seleccionada (ver anexo B) como una herramienta para reconocer la percepción que el estudiante tiene sobre los conocimientos necesarios que le permitirán abordar la temática a desarrollar. En este trabajo se propuso un cuestionario de siete (7) ítems conceptuales para indagar si los estudiantes conocían del tema y su grado de comprensión, el tiempo de aplicación corresponde a una hora de clase. El docente aplica el cuestionario en forma individual para luego tabular los resultados.

Posterior a ello, el docente, ayudado con la herramienta Moodle, diseñó un curso donde el estudiante encontraba recursos relacionados con aplicaciones de *equilibrio químico* de distintas naturaleza. El entorno de aprendizaje está diseñado de modo tal que, en este primer momento, le permita al docente indagar y observar la reacción de los estudiantes ante ciertas aplicaciones, sin tener dichos estudiantes la base teórica correspondiente; en otras palabras, en este momento ellos sólo cuentan con los conocimientos previos que les ayudará a vincularse con el contenido teórico del *equilibrio químico* en fase gaseosa (como lo estequiometría, leyes de los gases, cambios de la materia). Dicha actividad fue realizada de manera individual, bajo la modalidad extra-clase y tiene una duración de 5 horas divididas en 5 interacciones con la plataforma y el curso, cada una de ellas tiene 1 hora de duración y se programan para ser realizadas durante una semana. Dichos aplicativos pueden ser vistos en **anexo A**.

4.2.2. Introducción de nuevos conocimientos

Esta fase estaba planeada para llevarse a cabo durante 15 horas de clase, realizando cuatro actividades con diferente intensidad horaria, así: 1) Análisis de una situación problema (2 horas). 2) Aprendizaje sobre usos de aplicaciones de *equilibrio químico* (3 horas). 3) Conceptualización sobre cinética química (4 horas). 4) Conceptualización sobre *equilibrio químico* (énfasis en reacciones en fase gaseosa) (6 horas).

Se realizó un planteamiento de una situación problema inicial (ver **anexo C**), donde al estudiante se le entregaron 3 reacciones en fase gaseosa de uso común, teniendo presente que se deben tener condiciones de operación como temperatura y presión, además de datos estequiométricos relacionados con sus cantidades y volúmenes, con esta situación problema lo que el docente busca es que los alumnos planteen maneras

CAPITULO IV: Metodología

de obtener una mayor cantidad de productos, cambiando algunos de los parámetros de la transformación química y ayudándose de la teoría cinética molecular y de las leyes de los gases para su resolución.

Dependiendo de los resultados obtenidos por parte de los estudiantes en la fase de exploración se recomienda retomar el trabajo sobre dos ejes conceptuales muy significativos en el estudio del *equilibrio químico*, mediante una actividad de ejercitación donde se explore la manera de balancear reacciones, cálculo de las presiones parciales de sistemas gaseosos (utilizando ley de los gases ideales, ley de Dalton de las presiones parciales y fracción molar) ver **anexo D**, esta actividad de ejercitación se tomará dos horas de clase.

El docente con la colaboración del área de sistemas e informática de la institución donde labora, deberá usar sus instalaciones para guiar a los estudiantes en los usos de las aplicaciones tipo flash y java contenidos en la herramienta virtual Moodle, en el caso de esta unidad didáctica este recurso ha sido desarrollado por el docente, y se encuentra en la siguiente dirección:

<http://maescentics2.medellin.unal.edu.co/~faparedeso/moodle/course/view.php?id=7>

El trabajo guiado realizado por parte de los estudiantes puede ser valorado dentro del periodo académico como nota cognitiva.

Para el aprendizaje conceptual y teórico sobre cinética química, el docente realizó una clase magistral sobre este tema, haciendo uso de diapositivas en Power Point, lo anterior durante dos horas de clase. Para terminar, el docente propuso una actividad de ejercitación (ver **Anexo E**) como estrategia afianzamiento de los saberes adquiridos, en ella los estudiantes formaron parejas y resolvieron los ejercicios propuestos para entregarlos al final de la clase como parte de la evaluación cognitiva del periodo académico, esta se realizó en dos horas de clase.

Para lograr el aprendizaje teórico, conceptual y práctico de todo lo referente al *equilibrio químico*, haciendo énfasis en reacciones en estado gaseoso, el docente creó un curso en la herramienta Moodle donde se encuentran objetos visuales de aprendizaje, videos, documentos electrónicos y aplicaciones concernientes al tema de *equilibrio químico*, planteamiento de la constante de equilibrio, cálculo de la constante de equilibrio, el cociente de reacción, aplicación del principio de Le Chatelier y el sentido de la reacción. Esta herramienta virtual, permite que el alumno tenga constantemente las herramientas conceptuales y aplicativas y también permite la

CAPITULO IV: Metodología

retroalimentación por parte del docente. La dirección de la herramienta virtual es <http://maescentics2.medellin.unal.edu.co/~faparedeso/moodle/course/view.php?id=6>.

Para finalizar esta etapa el docente dispuso de aproximadamente, cuatro horas de clase para solucionar las dudas con las que los estudiantes hubiesen quedado y también ese espacio le sirvió para realizar una actividad más para corroborar la asimilación, apropiación y el aprendizaje significativa del equilibrio en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular.

4.2.3. Estructuración y síntesis

Esta fase estaba planeada para llevarse a cabo en cinco horas de clase, realizando tres actividades con diferente intensidad horaria, así: Planteamientos de la constante de equilibrio (1 hora), Cálculo de la constante de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción para un sistema químico (2 horas), retroalimentación y socialización de resultados (2 horas).

Para lo relacionado con el planteamiento de la constante de equilibrio el docente propuso la utilización de 3 reacciones en fase gaseosa ver **anexo F**, donde los alumnos en equipos de tres plantearon dichas constantes de equilibrio teniendo en cuenta las reglas anteriormente expuestas, el tiempo estimado para realizar esta actividad es una hora, se recogió a actividad y se tomó como nota cognitiva dentro del periodo académico.

Para abordar la parte del cálculo de la constante de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción para un sistema químico se plantearon dos problemas aplicativos relacionados con reacciones en estado gaseoso, donde mediante las condiciones del sistema dadas se pudiesen realizar los cálculos anteriormente mencionados ver **anexo G**.

Para lo concerniente a la retroalimentación, el docente solicitó con antelación a los estudiantes consultar aspectos básicos y características sobre los conversatorios, dicha técnica promueve el aprendizaje, la sociabilidad y el crecimiento personal. Aquí cada equipo expuso las dificultades, los aciertos y los desaciertos que tuvieron durante el proceso de solución de la situación problema, mientras que los demás equipos podían hacer sus aportes o cuestionamientos a manera de co-evaluación. Al recurrir a estas estrategias, el docente debe estar atento al uso de vocabulario científico, al

CAPITULO IV: Metodología

dominio de los conceptos básicos, a la manera como los estudiantes relacionan la teoría con la práctica, a su capacidad crítica, todo esto a fin de establecer una evaluación del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Al final del conversatorio no sólo debe tenerse una solución concertada a la situación inicialmente planteada, sino también una serie de conclusiones sobre lo aprendido desde lo conceptual y procedimental hasta lo actitudinal, esta actividad se realiza en dos horas.

4.2.4. Aplicación

Esta fase estaba planeada para llevarse a cabo en cuatro horas de clase, realizando dos actividades con diferente intensidad horaria, así: Evaluación del *equilibrio químico* en fase gaseosa (dos horas), revisión de los conceptos aprendidos (dos horas).

La evaluación del *equilibrio químico* en fase gaseosa se realizó mediante un cuestionario ver **anexo H**, dicho cuestionario tenía una parte de selección múltiple y otra parte de planteamiento y solución de problemas con su respectiva resolución. Esta actividad se realizó en dos horas de clase, al final de las cuales el docente hizo una puesta en común de los aciertos y desaciertos, y de las dificultades evidenciadas durante la actividad ya que volver sobre estos tropiezos constituye una excelente herramienta de afianzamiento del aprendizaje.

Para finalizar, se realizaron por segunda vez los cuestionarios de preguntas abiertas hechos al principio del ciclo didáctico, como una manera de evaluar los resultados del proceso de aprendizaje tanto desde el punto de vista del estudiante como del docente, pues para este último sirve de reflexión sobre su quehacer pedagógico. El docente establece un tiempo prudente y un orden para la realización de los cuestionarios, y tener disponible la tabulación de los resultados de aquellos realizados al comienzo del ciclo didáctico para facilitar el proceso de reflexión del proceso de enseñanza-aprendiza

5. Resultados y discusión

5.1. Unidad didáctica: Equilibrio en fase gaseosa.

El fin que se persigue con esta unidad didáctica es que el alumno plantee de manera correcta las constantes de equilibrio en sistemas gaseosos, seguido de la interpretación sobre hacia dónde se desplazará el equilibrio, y por último el cálculo numérico de las concentraciones de las sustancias involucradas en el sistema en equilibrio. Si el estudiante alcanza el grado de resolución de estas características antes expuestas, es posible afirmar que ha logrado un aprendizaje significativo de la temática de *equilibrio químico* en fase gaseosa.

Para que los alumnos desarrollen este proceso con el tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa, es de suma importancia que mejoren sus saberes básicos sobre estequiometría, cambios químicos y físicos, sistemas gaseosos y leyes de los gases. Tales saberes son primordiales para que comprendan, desarrollen y apliquen el concepto trabajado en la unidad didáctica, justo aquí es donde toman gran valor las actividades exploratorias realizadas. La apropiación de conceptos se ve reflejada en las situaciones problemas, ya que éstas son más cercanas a la realidad y exigen la aplicación de los conceptos apropiados.

Lo que el docente desea lograr con aplicación de la unidad didáctica es que el alumno sea capaz de analizar, entender e interactuar con todos los conocimientos teóricos y aplicativos concernientes al *Equilibrio químico* en transformaciones en fase gaseosa, haciendo uso de actividades del tipo cuestionario, situaciones problemas y la herramienta de trabajo virtual moodle donde se insertan aplicaciones virtuales tipo java y flash, con las que el alumno interactúa y observa características de los sistemas que no son fáciles de ver a simple vista. Otro de los fines de esta propuesta es que el docente haga uso de herramientas informáticas para el trabajo de los conceptos y aplicaciones, ya que así surge un abanico de posibilidades tendientes a una mejor comprensión por parte de los alumnos del *equilibrio químico* en fase gaseosa y a una calificación o mejora tanto de la práctica docente como de los procesos educativos en general.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.2. Actividad de exploración

Lo que se desea con esta fase del ciclo, es activar las estructuras cognitivas de los estudiantes, y ponerlas a prueba en situaciones aplicadas, logrando a través de ellas que se vayan apropiando de los objetivos de aprendizaje. Las actividades realizadas en esta fase permitieron conocer las ideas y conceptos previos que los estudiantes tienen sobre el *equilibrio químico* en fase gaseosa.

La aplicación del cuestionario inicial (**anexo B**) sirvió principalmente para que el alumno analizara e interrogara sobre lo que sabía del tema y al docente para que reconociera la percepción y apreciación que el estudiante tenía sobre la temática a desarrollar. La socialización de los resultados de este cuestionario sirvió para que los mismos estudiantes se diesen cuenta de las falencias o fortalezas que poseían en sus conocimientos iniciales.

Dicha actividad no requiere de calificación para los estudiantes, se realiza con la intención de conocer y entender la condición de los saberes previos como cambios de estado, leyes de los gases, estequiometría, que como hemos mencionado, son pilares para afrontar el tema *equilibrio químico* en fase gaseosa. Al tabular los resultados y ver la tendencia de las respuestas de los alumnos, el docente está en capacidad de tomar decisiones para realizar las correcciones a la planeación de las actividades que se van a llevar a cabo en el aula de clase, generando las condiciones para el buen entendimiento del tema. Así mismo, con la información obtenida mediante la realización de este cuestionario el docente puede hacer recomendaciones a los estudiantes sobre cuáles temas deben consultar y repasar con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, si se observa una deficiencia en el concepto de balanceo de reacciones, el docente debe solicitar al estudiante revisar en casa este concepto y realizar una clase de repaso sobre esta parte conceptual.

Para finalizar, el alumno tuvo el primer contacto con aplicaciones tipo flash y applets de java, sin tener la base conceptual necesaria; esto se hizo sólo para ver la reacción del estudiante ante el tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa y cómo estas aplicaciones virtuales incidían en la apreciación del estudiante ante los nuevos conceptos, en la figura 22 vemos un ejemplo de estas aplicaciones, el resto de las utilizadas se pueden ver en el **anexo A**.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

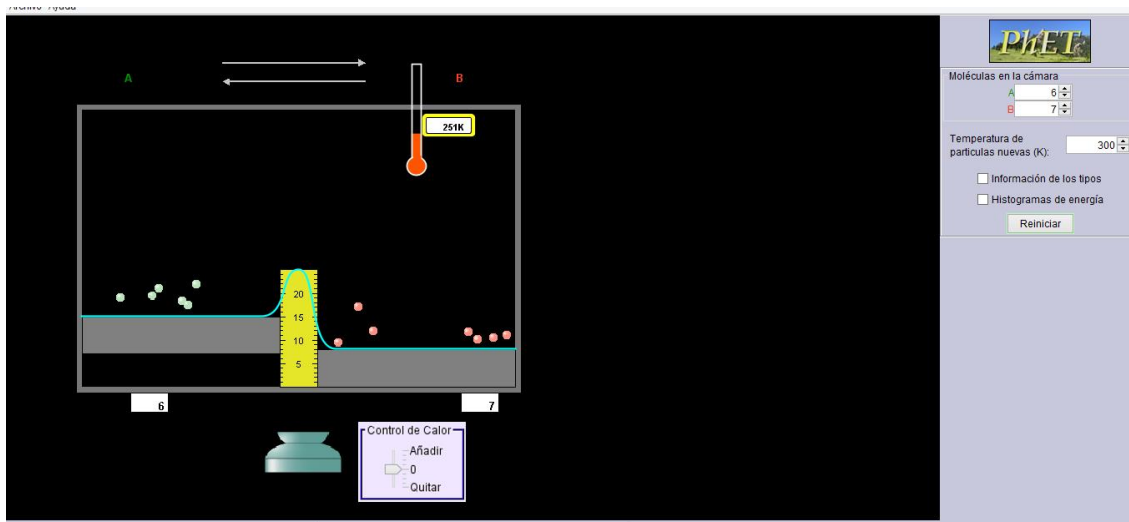


Figura 22: Applets java, Equilibrio químico en fase gaseosa

Fuente: <http://phet.colorado.edu/es/simulation/reversible-reactions>

Al finalizar la etapa de exploración, el docente debe contar con la información necesaria sobre las ideas y conceptos previos que el estudiante tiene acerca del tema a tratar, además de haber realizado actividades cuyo objetivo era activar su estructura cognitiva, con esto no se asegura un logro o mejora del proceso de aprendizaje, pero si se establecen bases suficientes para el mejor desempeño en la etapa siguiente, (Moncada, 2014).

Es importante mencionar que todas las actividades realizadas, ponen a prueba no sólo los conocimientos de los estudiantes, sino también la manera como los relacionan, aplican y comunican, ya que estos son los mecanismos que el estudiante debe activar en su estructura cognitiva para relacionarlos con lo que va a aprender, (Blancafort, 2011).

Es de suma importancia, si se quiere que el proceso sea adecuado, lograr que el estudiante profundice en los conceptos esenciales para el abordaje de la temática de *equilibrio químico* en fase gaseosa. Se propone entonces que el alumno visite la plataforma moodle desarrollada por el docente llamada **“El mundo de la química”** entra al curso llamado *equilibrio químico*, que en su parte introductoria tiene videos donde se trata la siguiente temática:

- Cambios de estados en la materia
- Reacción química
- Balanceo de reacciones química

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta en la figura, 23 las ilustraciones donde están capturados los videos que los alumnos pueden consultar. La dirección de la herramienta virtual diseñada por el docente es:

<http://maescentics2.medellin.unal.edu.co/~faparedeso/moodle/course/view.php?id=6>

Cambios en la materia: Se debe observar para contextualizar.



Reaccion quimica: se debe observar para contextualizar

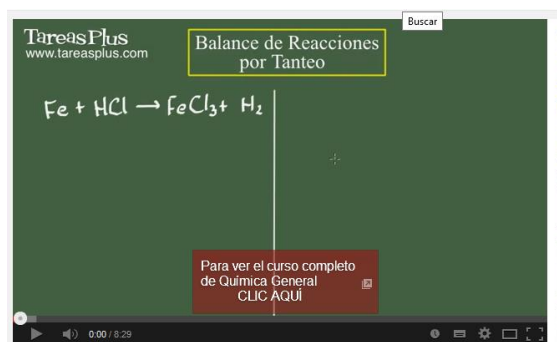
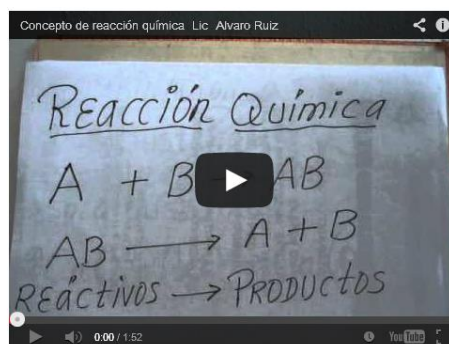


Figura 23: Videos con temática complementaria del tema de equilibrio químico en fase gaseosa

También para recordar la aplicación de los conceptos esenciales en el abordaje de la temática del *equilibrio químico* existen aplicaciones tipo java para:

- Balanceo de reacciones química y reacción química, en la figura 24 se presenta la ilustración de la aplicación

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

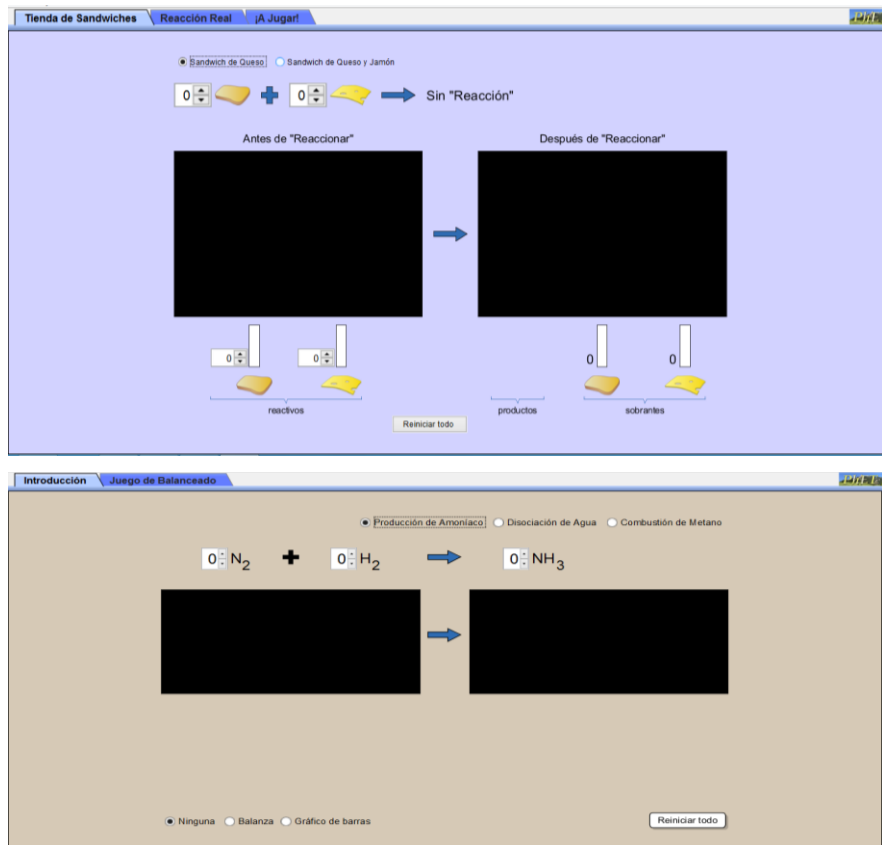


Figura 24: Applets de reacción química y balanceo de reacciones.

Las direcciones de estas applets, aplicación java son:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/reactants-products-and-leftovers>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-chemical-equations>

- Cambios de estado de la materia, en la figura 25 se presenta la ilustración de la aplicación.

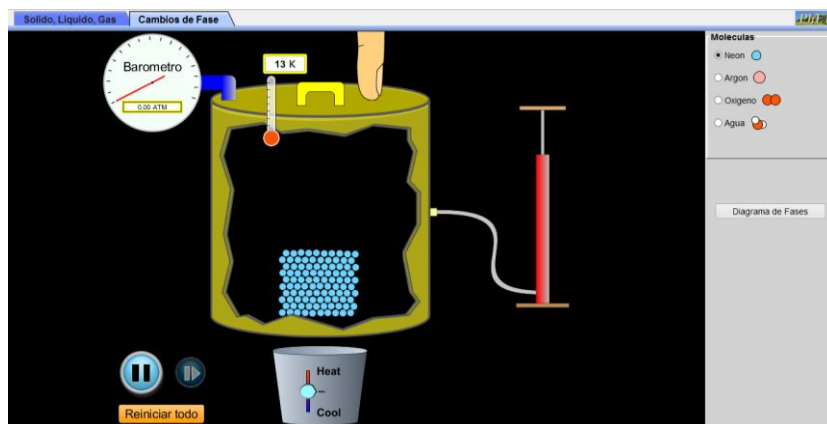


Figura 25: Applets java cambios que sufre la materia

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dirección de este applet, aplicación java es:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/states-of-matter-basics>

Para finalizar esta sección, se tiene que entender que después de que los alumnos interactuaron, con todo el conjunto de actividades diagnósticas y herramientas virtuales, la función del docente fue evaluar la necesidad de dedicar tiempo adicional de clase para retomar aquellos temas donde detectó grandes dificultades en los estudiantes, fundamentales para el desarrollo de la unidad didáctica. En esta parte del proceso se sugiere que el estudiante tenga un papel activo realizando consultas y actividades preparatorias de repaso para agilizar y facilitar el afianzamiento de los saberes previos.

5.3. Etapa de introducción a nuevos conocimientos

En esta fase fueron planteadas actividades encaminadas, no solo a la construcción de nuevos conocimientos sino también a la enseñanza de procedimientos y actitudes. Otro propósito era guiar al estudiante para que identificara otras miradas, otras maneras de interactuar con el material de estudio de modo que elabore conceptos significativos y relacionados con los aprendidos en otras etapas de su formación, que desarrolle un lenguaje con la terminología apropiada y nuevas formas de afrontar y resolver los problemas que se le planteen, (Moncada, 2014).

5.3.1. Análisis de situación problema.

La situación problema planteada se denominó “Gases de combustión” presentada en el **anexo C**, dicha situación problema está basada en un tema conocido por los estudiantes, a saber, los residuos gaseosos de las industrias. Este tópico resultaba familiar para ellos, creando un entorno familiar para que ellos analizaran estos residuos gaseosos y cómo éstos reaccionan con otras sustancias encontradas en el ambiente; de manera simultánea, se esperaba que encontrasen alternativas para entender cómo estos residuos se consumen y otras sustancias son producidas a partir de éstos; además, cómo podemos interactuar con en esta clase de reacciones para

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

así poder influir en las cantidades de todas las sustancias que intervienen en todas las transformaciones.

Es de vital importancia dejar en claro, que el planteamiento de situaciones problemas permite a los alumnos la apropiación de nuevos conceptos de manera sencilla y crítica, además les permite la aplicación en diferentes contextos; dichos problemas o situaciones deben ser concretos y familiares para el estudiante, lo cual permite alcanzar los conocimientos y competencias. Es una forma de lograr que los estudiantes alcancen un verdadero aprendizaje, no memorístico, sino contextualizado y aplicado a la realidad.

Es de vital importancia dejar claro que el aprendizaje basado en problema ABP desarrolla en los estudiantes tanto las estrategias de solución de problemas como los conocimientos y habilidades que requiere la asignatura que cursa. Al enfrentar activamente un problema no estructurado que refleja una situación del entorno de los jóvenes, éstos practican los aprendizajes en lugar de memorizar gran cantidad de información, al considerar hechos relevantes y útiles para alcanzar la solución del problema presentado. Así, esta metodología pretende estudiantes activos, independientes y orientados a la solución de problemas para evitar que sean receptores pasivos de la información, (Juan Guillermo Romero-Álvarez, 2008).

En la figura 26 se muestra un esquema para mostrar el desarrollo del aprendizaje basado en problemas, (Alberto Vicario Casla, 2007).

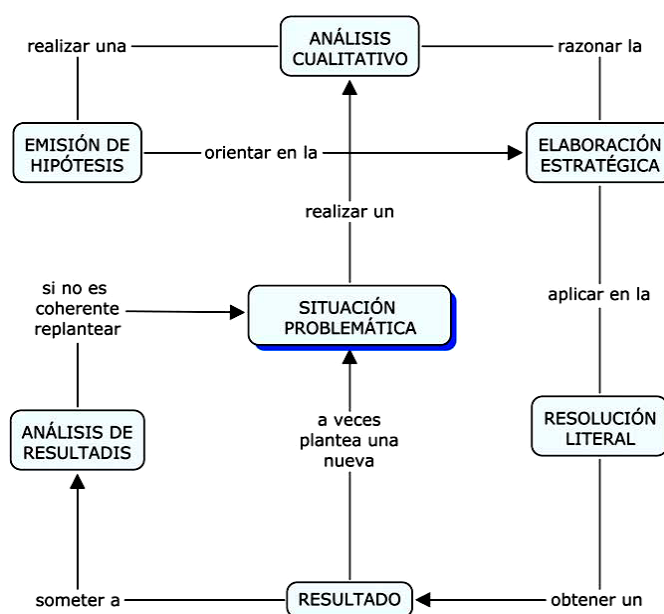


Figura 26: Esquema de ABP (aprendizaje basado en problemas)

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es necesario tener claridad sobre los atributos del docente que lo hacen un agente apropiado para dirigir el ABP, (Gómez, 2005):

- Ser especialista en métodos y metas del programa
- Ser experto en manejo de interacción de grupos
- Servir como coordinador de autoevaluación significativa y de otros métodos evaluativos adecuados para evaluar solución de problemas y desarrollo de habilidades de pensamiento, como mapas conceptuales, la técnica del portafolio y otros
- Motivar, reforzar, estructurar, facilitar pistas, sintetizar información
- Flexibilidad frente al pensamiento crítico de los estudiantes
- Conocer y manejar el método científico, manejo del descubrimiento guiado
- Conocer ampliamente al estudiante y sus potencialidades
- Disponer de tiempo para atender inquietudes y necesidades de los estudiantes, individualmente o en pequeños grupos

Por otro lado, el ABP presenta algunas dificultades como, (Juan Guillermo Romero-Álvarez, 2008):

- La transición desde los viejos modelos no es fácil ni rápida, tanto para los estudiantes como para los docentes
- Implica la modificación curricular ya que relaciona los contenidos de varias áreas del conocimiento
- Requiere de más tiempo de los estudiantes para alcanzar el aprendizaje y de los docentes para preparar los problemas y asesorar a los estudiantes
- Es necesario que los docentes se capaciten en la elaboración o planteamiento de problemas

Por lo anteriormente expuesto el docente debe dejar claros los siguientes aspectos:

- Trabajo en equipo, el número de integrantes es máximo 4
- Designación de roles en los equipos, como coordinación y manejo de la información
- Los alumnos deben trabajar en el mejoramiento de habilidades de resolución de problemas

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dicha situación problema se abordada hasta el final de la siguiente etapa del ciclo didáctico (estructuración y síntesis), todo el desarrollo de la situación problema tuvo una duración total de 21 horas. Por ese motivo el docente debe de hacer claridad cuando se empieza el trabajo con la situación problema, su inicio será un acercamiento ya que los conocimientos necesarios para su resolución se están adquiriendo durante el ciclo didáctico. Hay que informar a los alumnos que todos los avances que realicen inicialmente deben de ser entregados y socializados para fomentar el trabajo colaborativo. Para logra este fin se recomienda a los alumnos que ingresen a la plataforma virtual moodle desarrollada por el docente en la siguiente dirección <http://maescentics2.medellin.unal.edu.co/~faparedeso/moodle/course/view.php?id=6>.

5.3.2. Aprendizaje sobre el uso de aplicaciones

El docente cuando planea el uso de aplicaciones informáticas para el aprendizaje del *equilibrio químico* en fase gaseosa, lo primero que debe a ofrecer es una parte introductoria sobre el uso de las herramientas para así guiar el aprendizaje y el buen uso de las herramientas por parte del alumno, bajo estas premisas el docente planea alcanzar los siguientes objetivos:

- Utilizar el ordenador y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la química
- Encontrar nuevas estrategias que el profesorado pueda adecuar a sus prácticas y que favorezcan los aprendizajes del alumnado
- Realizar simulaciones virtuales que permiten un mejor aprendizaje, sobre todo en aquellos aspectos donde la experimentación real no es posible
- Integrar la teoría con la práctica, al poder aplicar el conocimiento a diferentes situaciones
- Favorecer la individualización de la enseñanza y una mejor respuesta educativa a la diversidad
- Potenciar el aprendizaje autónomo del alumnado
- Hacer más atractivo el estudio de la química, aumentando de esta forma la motivación del alumnado, (Domínguez Silva, 2014)

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El docente, con la colaboración del área de sistema de la **Institución Educativa Pío XII de San Pedro de los Milagros**, se reunió con los alumnos en la sala de sistemas y realizó una práctica introductoria sobre el manejo de la plataforma moodle y de las aplicaciones sobre *equilibrio químico* en fase gaseosa que se encuentran contenidos en dicha plataforma, en las figuras 27 y 28 se muestran la ilustración de la plataforma moodle y de la sección donde se encuentran las aplicaciones relacionadas con el *equilibrio químico* en fase gaseosa.

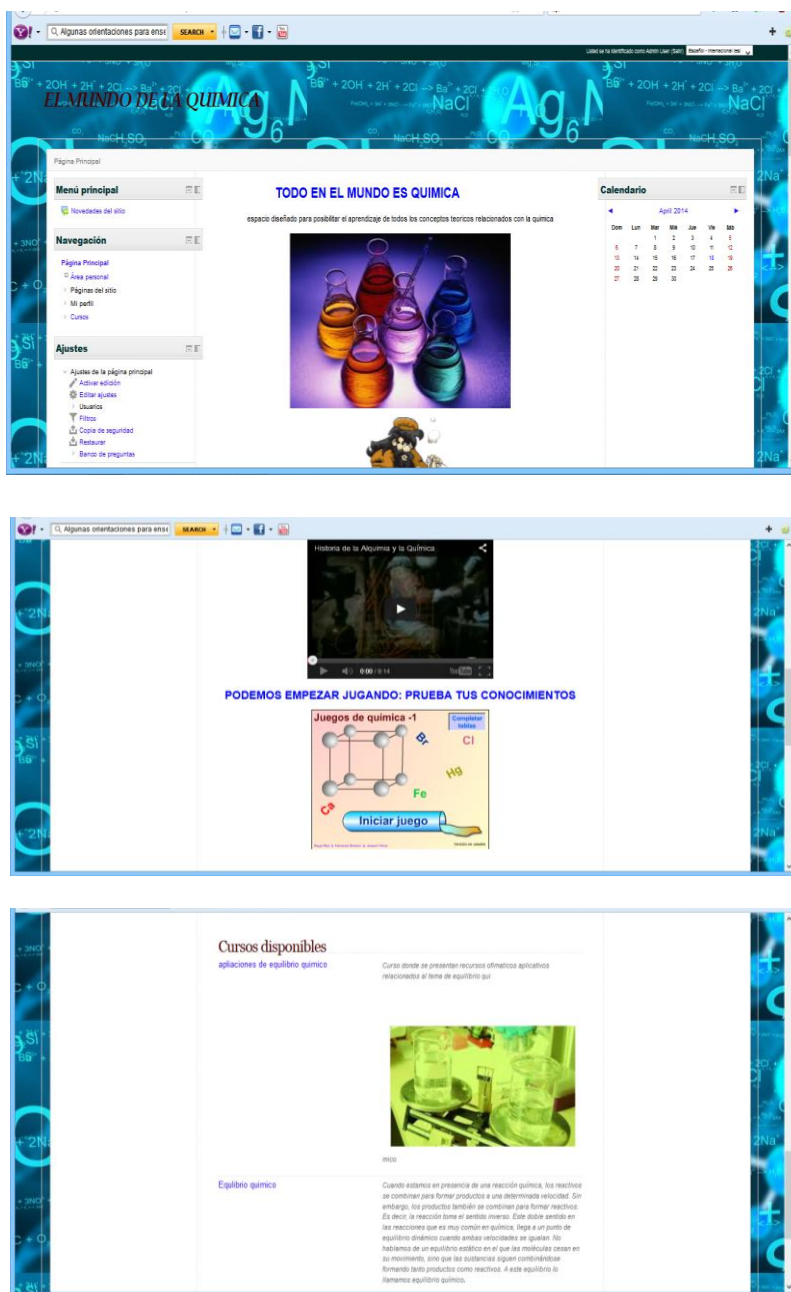


Figura 27: Página Moodle "El mundo de la Química"

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta la sección donde se encuentran los aplicativos virtuales relacionados con el *equilibrio químico*.

The screenshot shows a web-based interface titled "aplicaciones de equilibrio químico". The main content area is titled "recursos aplicativos de equilibrio químico" and includes a sub-header "Espacio donde se trabajará sobre aplicaciones relacionadas con el equilibrio químico". Below this, there are three photographs of laboratory glassware (beakers and test tubes) showing chemical reactions. Underneath the photos is a diagram illustrating the reaction between $KI(aq)$ and $Pb(NO_3)_2(aq)$, resulting in $PbI_2(s)$ and $KNO_3(aq)$. The interface also features a navigation menu on the left, a search bar for forums, and sections for "Últimas noticias" and "Eventos próximos".

This screenshot displays a virtual application titled "reaccion reversible" with the sub-header "aplicativos para analizar las condiciones cuando una reaccion es reversible". It features a molecular model of the reaction $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$. Below the model, the text reads "Equilibrio químico aplicación en fase gaseosa" and "Equilibrio químico fase gaseosa". It also includes the text "aplicación del principio de lechatelier en fase gaseosa" and "Aplicación del equilibrio químico en fase gaseosa principio de lechatelier". A diagram shows three laboratory flasks containing different colored liquids (yellow, red, and yellow) to illustrate the application of Le Chatelier's principle. The interface includes a search bar and a navigation menu on the left.

This screenshot shows a virtual application titled "Principio de lechatelier" with the sub-header "aplicaciones del principio de lechatelier: variando concentración, presión y temperatura en distintas reaccion". It includes the text "principio de lechatelier: concentración presión y temperatura" and "ejercicios aplicativos del principio de lechatelier donde en distintas reacciones se varía valores de concentración, presión y temperatura, observándose distintos comportamientos". A diagram illustrates the reaction $BaSO_4 + KNO_3 \rightleftharpoons Ba(NO_3)_2 + K_2SO_4$ in a beaker. The interface also features a search bar and a navigation menu on the left.

Figura 28: Aplicaciones relacionadas con el *equilibrio químico*

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para finalizar , el docente trabajó con los alumnos en la familiarización con las actividades en este tipo de herramienta virtual y con las aplicaciones, resolvió dudas e hizo retroalimentación de las dificultades presentadas, esta sección tuvo una duración de 3 horas, además de las asesorías virtuales a la alumnos, usando el perfil en la red social Facebook creada por el docente cuyo nombre es “quimicapio” <https://www.facebook.com/quimica.pio>.

5.3.3. Conceptualización sobre cinética química

Tan válida es la aplicación de las nuevas tecnologías y nuevas estrategias didácticas en el proceso de enseñanza como lo es la clase magistral. Para la aproximación a la cinética química se empleó la clase magistral apoyada con una serie de diapositivas en la que se presentaba el contenido conceptual y matemático relacionado con el tema. Fue necesaria esta actividad pues esta parte conceptual es fundamental para la apropiación de los conceptos relacionados con el *equilibrio químico*, es pertinente decir que las diapositivas fueron enviadas al correo electrónico de los alumnos y se les recomendó su lectura antes del encuentro en aula de clases, en la figura 29 presentada a continuación se muestran las diapositivas trabajadas en el tema de cinética química.

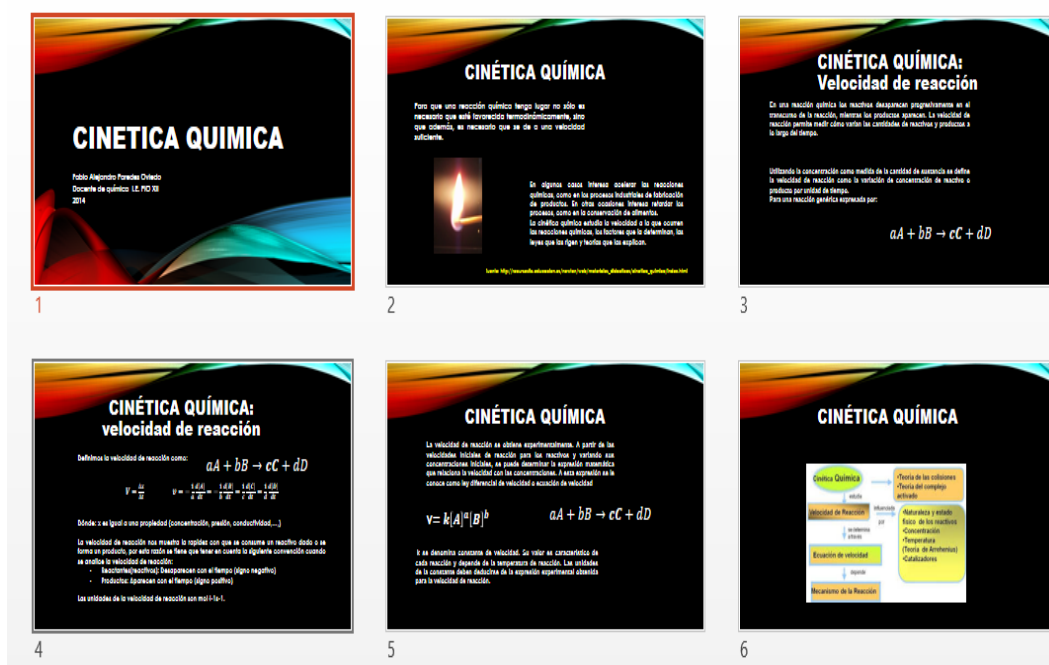


Figura 29: Diapositivas tema cinética química.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudiantes podían valerse de una herramienta virtual llamada applets, en el lenguaje de programación java para asimilar y aplicar la parte teórica expuesta en la clase utilizando las diapositivas, de esta manera interactuando con este tipo de aplicaciones afianzarían los nuevos conocimientos y los asociarían con conocimientos anteriores de la mano con el uso de herramienta tecnológicas.

En la figura 30 presentada a continuación se muestra la ilustración de esta aplicación sobre cinética química

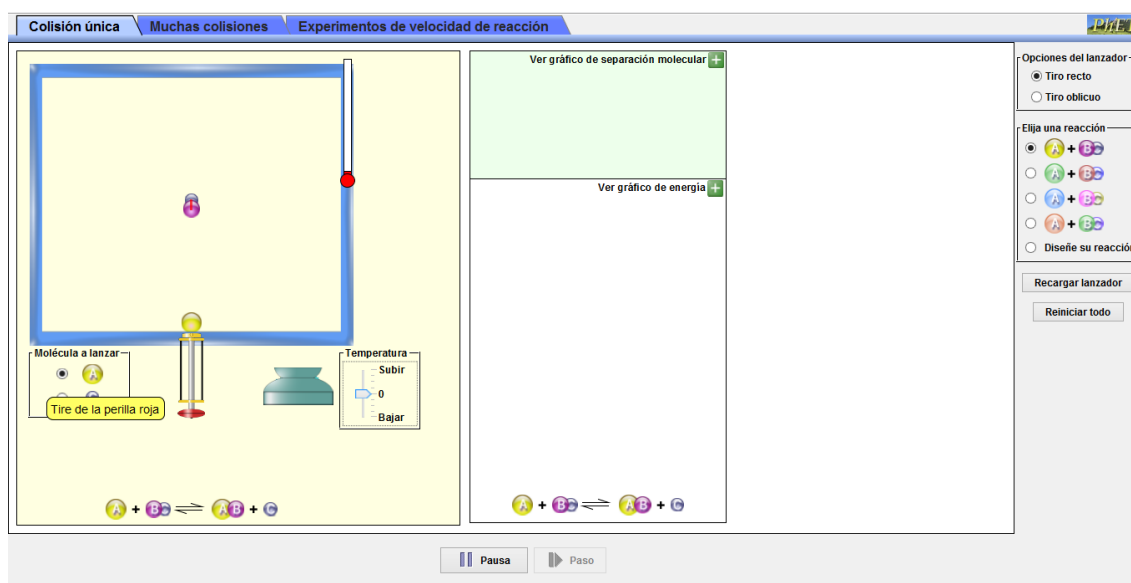


Figura 30: Ilustración applet java cinética química

La dirección de esta aplicación es <https://phet.colorado.edu/es/simulation/reactions-and-rates>

En esta parte el docente comprobó la asimilación de los conocimientos mínimos acerca de tema de cinética química por parte de los alumnos aplicando la prueba expuesta en el **anexo E**, donde se plantearon tres reacciones en fase gaseosa y se pidió a los alumnos que, en equipos, desarrollaran las velocidades de reacción de un sistema químico (velocidades inversas y directas), con esta herramienta se evidenciaría si los alumnos adquirieron los nuevos conocimientos a los cuales se les está introduciendo.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.3.4. Conceptualización sobre *equilibrio químico* (énfasis en reacciones en fase gaseosa)

En esta parte el docente plantea una división en la transposición didáctica del conocimiento sobre *equilibrio químico* a los alumnos, dicha división queda así:

- **Primera parte:** clase magistral con una duración de seis horas.
- **Segunda parte:** integración con la plataforma moodle, disponible de modo permanente para la consulta de todo el contenido teórico por parte de los alumnos.

Para la primera parte, la clase magistral, el docente diseñó una serie de diapositivas con todo el contenido teórico relacionado con el *equilibrio químico* haciendo énfasis en reacciones en fase gaseosa, se presenta a continuación una muestra de ellas en la figura 31.

The figure shows four slides from a presentation on Chemical Equilibrium. Slide 1 is the title slide: 'Equilibrio Químico' by Pablo Alejandro Paredes Ovelledo, Docente de Química I.E. PIO XII, 2014. Slide 2 defines equilibrium as a state where concentrations remain constant over time and lists conditions for reaching equilibrium: equal reaction rates and constant concentrations. Slide 3 compares physical equilibrium (H₂O(l) ⇌ H₂O(g)) and chemical equilibrium (N₂O₄(g) ⇌ 2NO₂(g)), explaining that equilibrium is reached when rates equalize and concentrations are constant. Slide 4 shows the general reaction aA + bB ⇌ cC + dD, defines reaction velocities (V_d = k_d[A]^a[B]^b and V_i = k_i[C]^c[D]^d), and notes that at equilibrium, V_d = V_i.

Figura 31: Muestra de las diapositivas sobre Equilibrio químico.

Dicha presentación debe entregarse con antelación a los alumnos (se recomienda que sea vía email), logrando así su ambientación con anticipación y estimulando la generación de dudas a partir de su lectura, dichas dudas serán resueltas por el docente en clases, haciendo de ésta un escenario mucho más dinámico y participativo.

La segunda parte, la conceptualización del tema de *equilibrio químico*, se realizó utilizando la herramienta moodle desarrollada por el docente, esta herramienta

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

contaba con todo el contenido teórico acerca del tema de *equilibrio químico*, ver ilustración de la herramienta en la figura 32 , esta herramienta virtual contiene los siguientes recursos:

- Videos sobre los conceptos a tratar
- Documentos tipo PDF para que sean descargados por parte de los alumnos
- Aplicativos interactivos tipo flash y java, para afianzar los conocimientos teóricos

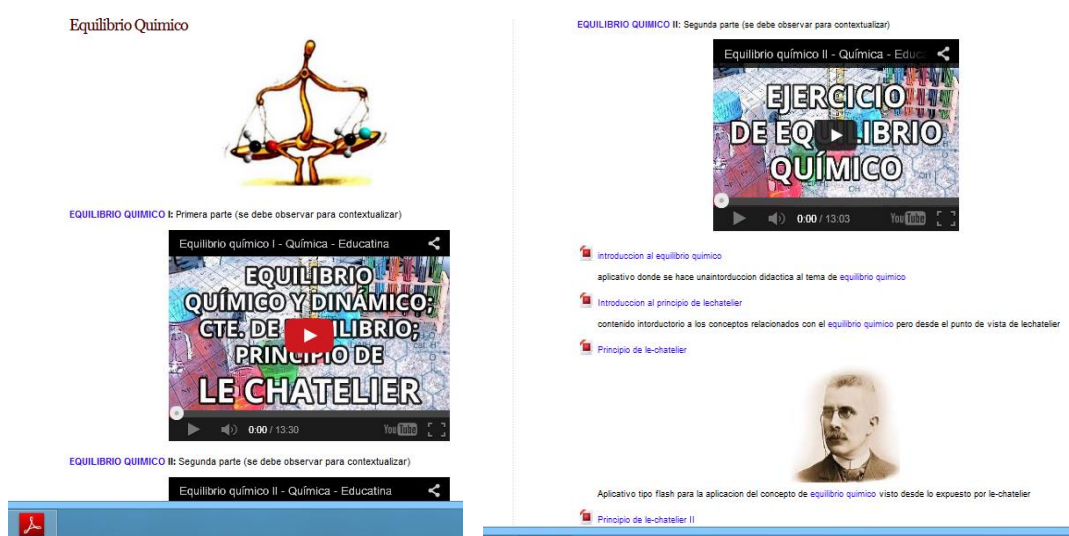


Figura 32: Ilustración de la herramienta Moodle (Equilibrio químico).

El docente, con la articulación de todas estas herramientas y estrategias en la conceptualización del tema *equilibrio químico* en fase gaseosa, busca el desarrollo de un aprendizaje colaborativo y social que contempla la aplicación de nuevos procedimientos didácticos como el aprendizaje basado en indagaciones, basado en proyectos, los foros, entre otros. Para esto debe considerarse a la comunidad de aprendizaje como un grupo de personas que ejecutan un esfuerzo coordinado para dar respuesta a una tarea, (Torres-Díaz, 2012).

En la figura 33 presentada a continuación se ilustran las características del aprendizaje colaborativo.

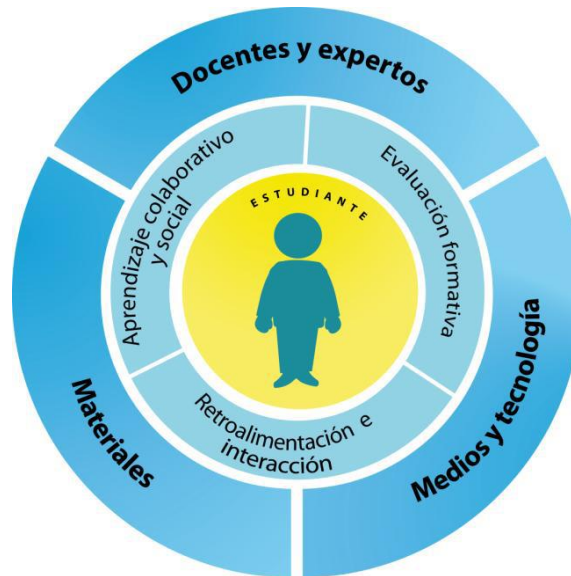


Figura 33: Modelo de aprendizaje social y colaborativo

Para finalizar esta etapa, el docente realizó una actividad evaluativa para corroborar la asimilación los conceptos de *equilibrio químico* en fase gaseosa, dicha actividad fue ejecutada en parejas y tuvo una valoración dentro del periodo como nota cognitiva, esta actividad está plasmada en el **anexo E**.

5.3.5. Estructuración y síntesis

Las actividades que hacen parte de esta fase buscaban desarrollar en el estudiante la capacidad de relacionar, comparar, nombrar, identificar, describir y representar, es decir; permite una reflexión sobre aquello que se aprende y la manera como se logra, (Moncada, 2014).

5.3.5.1. Planteamientos de la constante de equilibrio

Los alumnos ya poseían la bases teóricas, presentadas por el docente el aula de clases, también contaban con la información permanente en la herramienta virtual Moodle, las dudas presentadas habían sido ambientadas y socializadas; por estas razones antes expuestas, se considera que los alumnos estaban en capacidad de analizar los sistemas químicos y plantear las constantes de equilibrios para sistemas

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

químico en fase gaseosa, dicha actividad fue realizada en parejas y tuvo una valoración dentro del periodo académico, ver actividad en el **anexo F**.

Posterior a la entrega de las actividades por parte de los alumnos, se discutieron las respuestas de las actividades, poniendo especial atención a las falencias y dudas, que fueron retroalimentadas por parte del docente a los alumnos posteriormente.

5.3.5.2. Cálculo de la constante de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción para un sistema químico

Los alumnos ya poseían la bases teóricas, transmitidas por el docente el aula de clases, también contaban con la información permanente en la herramienta virtual moodle, las dudas presentadas habían sido ambientadas y socializadas; por estas razones antes expuestas, se considera que los alumnos estaban en capacidad de analizar los sistemas químicos, plantear las constantes de equilibrios, calcular su valor numérico, calcular el cociente de reacción y por ende, el sentido de la reacción para sistemas químicos en fase gaseosa, dicha actividad fue realizada en parejas y tuvo valoración dentro del periodo académico, ver actividad en el **anexo G**.

Posterior a la entrega de las actividades por parte de los alumnos, se discutieron las respuestas de las actividades, poniendo especial atención a las falencias y dudas, que fueron retroalimentadas por parte del docente a los alumnos posteriormente.

5.3.5.3. Retroalimentación y socialización de resultados

Es de suma importancia en todas las etapas del ciclo didáctico que el alumno reflexione sobre su trabajo y el desarrollo en su proceso de aprendizaje, comparando los conocimientos adquiridos con aquellos que inicialmente poseía, de esta manera el alumno puede analizar su desempeño. Esta reflexión del estudiante se puede constituir en una autoevaluación, aunque este tipo de evaluaciones se puede nutrir con las apreciaciones de los compañeros y del docente a cargo, con el fin de darle mayor peso social a esta estrategia y fortalecer la cohesión grupal.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta actividad sólo será realizada de la mejor manera solo si los alumnos adquieren los conocimientos a través de conversatorios. Es de vital importancia que el docente motive a los alumnos para que realicen la consulta, lean y analicen todo lo concerniente a esta actividad de discusión de ideas; es necesario aclarar que cuando esta actividad sea llevada a cabo, los estudiantes deben de seguir las instrucciones del docente, pues su rol es de moderador. Esta actividad colectiva que realizan los alumnos es muy significativa, ya que esta permite la reflexión sobre su proceso de aprendizaje, tomando de esta manera un rol más activo dentro de él. Para finalizar, el docente está en potestad de asignar a esta actividad un valor dentro de la evaluación del periodo académico.

En esta parte del ciclo es importante que el docente promueva no sólo el establecimiento de una solución concertada a la situación problema (**Anexo C**) inicialmente planteada, sino también una reflexión que vaya más allá de lo conceptual, procedimental, entrando en el campo de lo actitudinal, es decir, evaluar los resultados y la manera como se llega ellos.

5.3.6. Aplicación

En esta fase se llevó al alumno a enfrentar nuevas situaciones o contextos donde pueda usar los nuevos saberes o conceptos, aplicar los modelos, procedimientos y actitudes aprendidos con un mayor grado de complejidad, esto lo condujo a la reflexión, a la síntesis, a comparar sus conocimientos iniciales con los que tiene al final del proceso de aprendizaje y dar una mirada a los cambios que ha sufrido durante el proceso, (Moncada, 2014).

5.3.6.1. Actividad evaluativa

En las etapas finales del ciclo didáctico referido especialmente a fase de aplicación, es indispensable probar la capacidad de los estudiantes de usar y manipular los conocimientos que fueron adquiridos para resolver otras actividades cognitivas, en otros contextos, donde es posible aplicar los modelos, teorías, procedimientos y actitudes que han sido aprendidos a lo largo de dicho ciclo.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La meta principal en esta etapa no debe estar enfocada hacia la evaluación de la memorización y mecanización de teorías y procedimientos, sino en la verificación de habilidades, destrezas y conductas desarrolladas como producto de un trabajo autónomo, reflexivo por parte del estudiante. En otras palabras lo que el docente busca finalizando el proceso en el estudiante, son evidencias de la adquisición de competencias en el saber, saber hacer y saber ser en un campo específico del conocimiento, (Moncada, 2014).

En la solución de esta nueva actividad cognitiva (ver **anexo G**) tipo evaluación que consta de una parte de apropiación de conceptos, otra de desarrollo aplicativo y al final una parte de resolución de eventos tipo ejercicios, lo buscando es comprobar si la apropiación y adquisición de nuevos conocimiento median la aplicación del ciclo didáctico si fue satisfactoria, de esta manera aprendiendo a reconocer equilibrios químicos en fase gaseosa y como dichos equilibrio se desplazan hacia reactivos y productos, entendiendo la importancia e influencia de cinética química en todo este proceso. Teniendo en cuenta la obligación del acompañamiento constante por parte del docente en toda esta actividad fungiendo como un guía.

5.3.6.2. Revisión de los conceptos aprendidos

Esta es la última etapa del ciclo didáctico, aquí lo que se busca es la reflexión sobre el proceso seguido para alcanzar el conocimiento de un tema específico, con dicha reflexión se quiere que el estudiante reconozca las dificultades encontradas y la forma como estas fueron afrontadas y superadas, de igual manera verificar el logro de los objetivos propuestos al inicio de su proceso de aprendizaje, (Blancafort, 2011).

Se recomienda volver a realizar la encuesta que se muestra en el anexo A, actividad inicial del ciclo didáctico, de esta manera se convertirá en una herramienta de contrastación entre los resultados de aprendizaje obtenidos y los esperados. De igual manera con esta revisión el docente mismo reflexiona sobre su quehacer, sobre aquellas herramientas didácticas usadas que dieron buenos resultados y de aquellas que deben ser replanteadas, así mismo esto le permite evaluar el nivel de pensamiento científico alcanzado por los estudiantes.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4. Informe cuantitativo de las actividades realizadas

Presentar este tipo de resultados no es fin de este trabajo, ya que lo que se quiere es una propuesta didáctica para la enseñanza del equilibrio en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular, pero resulta suma de importancia presentar algunos resultados, serán mostrados a continuación.

5.4.1. Encuesta sobre saberes previos

Dicha encuesta es presentada en el anexo G, ver índice de anexos. En la tabla presentada a continuación, se muestra la opción seleccionada por cada grupo de estudiantes en la encuesta sobre saberes previos que se les aplicó.

Tabla 6: Resultados encuesta de saberes previos

| ENCUESTA CONCEPTOS PREVIOS PARA DESARROLLAR EL TEMA DE EQUILIBRIO EN FASE GASEOSA Grado:11^a | | | |
|---|--|---------------|----------------|
| | | opción | alumnos |
| PRIMERA PREGUNTA | | A | 0 |
| | | B | 1 |
| | | C | 20 |
| | | D | 5 |
| SEGUNDA PREGUNTA | | A | 0 |
| | | B | 21 |
| | | C | 4 |
| | | D | 1 |
| TERCERA PREGUNTA | | A | 4 |
| | | B | 7 |
| | | C | 13 |
| | | D | 2 |
| CUARTA PREGUNTA | | A | 1 |
| | | B | 5 |
| | | C | 19 |
| | | D | 1 |
| QUINTA PREGUNTA | | A | 2 |
| | | B | 18 |
| | | C | 6 |
| | | D | 0 |
| SEXTA PREGUNTA | | A | 6 |
| | | B | 12 |
| | | C | 5 |
| | | D | 4 |
| SEPTIMA PREGUNTA | | A | 18 |
| | | B | 6 |
| | | C | 2 |
| | | D | 0 |

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 7 se presentan las repuestas de la encuesta realizada a los alumnos para determinar si poseen los saberes previos necesarios para abordar tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular.

Tabla 7: Respuestas cuestionarios de saberes previos sobre equilibrio en fase gaseosa.

| Encuesta de saberes previos | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Pregunta | Respuesta correcta |
| 1 | C |
| 2 | B |
| 3 | C |
| 4 | C |
| 5 | B |
| 6 | B |
| 7 | A |

El grado analizado corresponde a **11A** de la **I.E. PIO XII de San Pedro de los Milagros** conformada por 32 alumnos, el número de alumnos es 26. Se procedió a interpretar resultados:

- En lo concerniente a la primera y segunda pregunta, vale aclarar que éstas se relacionaban con el tema de balanceo. Se observó un número sobresaliente de respuestas correctas, a partir de lo cual se infiere que este tema fue apropiado de manera adecuada y no necesita un énfasis riguroso por parte del docente en esta temática; de todos modos, es necesario ofrecer estrategias de nivelación a los alumnos que mostraron deficiencias.
- La tercera pregunta estaba relacionada con los estados de agregación. Presentó un 50% de aprobación por parte de los alumnos, este resultado demanda aclaraciones por parte del docente.
- La cuarta y quinta pregunta se referían al concepto de gas ideal. Los resultados de aprobación son cercanos al 80%, lo que indica que esta serie de conceptos han sido asimilados por parte de los alumnos. Para los estudiantes que presentaron resultados negativos, el docente deberá hacer una nivelación pero no tan profunda.
- La sexta y séptima pregunta presentan un porcentaje de aprobación entre el 50 y 80%, lo anterior es un indicio de que el alumno maneja los conceptos de transformación física y transformación química, pero amerita aclaración por parte del docente para que sean mejores los resultados en la identificación de esta serie de transformaciones.

5.4.2. Estructuración y síntesis: Planteamiento de la constante de equilibrio

Esta parte se relaciona con la asimilación de nuevos conocimientos, como lo es la constante de equilibrio y su planteamiento, dicha actividad es la presentada en el **anexo F**.

En la tabla presentada a continuación se presentan los resultados de la práctica de dicha prueba a grado 11B de la **I.E PIO XII de San Pedro de los Milagros** conformada por 32 alumnos que consta de 32 alumnos.

Tabla 8: Estructuración y síntesis: Planteamiento de la constante de equilibrio

| Estructuración y síntesis: Planteamiento de la constante de equilibrio | |
|---|--------------------------|
| Ejercicios resueltos | Número de alumnos |
| 0 | 3 |
| 1 | 9 |
| 2 | 12 |
| 3 | 8 |

Observando los resultados y con la experiencia vivida en el aula al realizar esta actividad se puede expresar lo siguiente:

- Los alumnos que no acertaron en las respuestas no sólo fallaban por ausencia de conocimientos, también presentaron apatía con respecto a la actividad.
- Se ve que el porcentaje de alumnos que alcanzo resultados aceptables está cerca del 66%, nos referimos aquellos que acertaron entre una y dos preguntas.
- Se nota que el porcentaje de alumnos que alcanzó el resultado máximo en esta prueba fue cerca del 30%, un resultado medianamente alentador para la apropiación de conocimientos.
- En la experiencia de aula se notó que la mayoría de los alumnos planteaban de manera correcta la constante de equilibrio, el problema radicaba en el tratamiento matemático para llegar a su última expresión, lo cual indica que los estudiantes poseen vacíos en la parte operativa matemática.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Con la información obtenida el docente implementara los correctivos necesarios, para mejorar en los fallos detectados en la actividad realizada por los alumnos.

5.4.3. Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción)

Esta parte se relaciona con la asimilación de nuevos conocimientos, como lo es la constante de equilibrio, su planteamiento y el coeficiente de reacción, para así poder comprender el sentido hacia donde evoluciona la reacción, dicha actividad es la presentada en el **anexo G**.

En la tabla que sigue se presentan los resultados de la práctica de dicha prueba con el grado 11B de la **IE PIO XII de San Pedro de los Milagros** conformada por 32 alumnos, estos se dividieron en equipos de trabajo de 3 integrantes.

Tabla 9 Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción).

| Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción) | |
|---|--------------------------|
| Ejercicios resueltos | Número de equipos |
| 0 | 1 |
| 1 | 10 |
| 2 | 6 |

Observando los resultados y con la experiencia vivida en el aula al realizar esta actividad podemos expresar lo siguiente:

- El equipo de alumnos que no acertaron en las respuestas no sólo carecían de conocimientos, también presentaron apatía con respecto a la actividad.
- El porcentaje de alumnos que alcanzó resultados aceptables está cerca del 90%. Esta cifra corresponde a aquellos que resolvieron de manera satisfactoria el planteamiento y cálculo de la constante de equilibrio

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Se nota que el porcentaje de alumnos que alcanzó el resultado máximo en esta prueba fue cerca del 60%, un resultado alentador para la apropiación de conocimientos, demostrando capacidad para plantear la constante de equilibrio, resolverla numéricamente y analizar en qué sentido se desplaza una reacción en equilibrio dependiendo de las condiciones.
- En la experiencia de aula se notó que la mayoría de los alumnos planteaban de manera correcta la constante de equilibrio, el problema radicaba en el tratamiento matemático para llegar a su última expresión, lo cual indica que los estudiantes poseen vacíos en la parte operativa matemática.
- Con la información obtenida el docente implementara los correctivos necesarios para mejorar en los fallos detectados en la actividad realizada por los alumnos.

5.4.4. Situación problema “introducción a nuevos conocimientos”

En esta parte, como su nombre lo dice, se les planteó a los alumnos una situación contextualizada donde ellos aplicarían conceptos previos aprendidos y los nuevos conceptos trabajados sobre *Equilibrio químico* y sentido de desplazamiento de la reacción.

En la tabla presentada a continuación se muestran los resultados del desarrollo de la situación problema por parte del grado 11B de la ***I.E PIO XII de San Pedro de los Milagros*** conformada por 32 alumnos, estos se dividieron en equipos de trabajo de 3 integrantes.

Tabla 10: Resultados obtenidos al realizar la situación problema “introducción a nuevos conocimientos”

| Situación problema “introducción a nuevos conocimientos” | |
|---|--------------------------|
| Puntos resueltos | Número de equipos |
| 0 | 0 |
| 1 | 11 |
| 2 | 7 |
| 3 | 6 |
| 4 | 5 |

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observando los resultados y con la experiencia vivida en el aula al realizar esta actividad se puede expresar lo siguiente:

- Los equipos de alumnos todos resolvieron satisfactoriamente al menos una de las preguntas asignadas.
- Se ve que el porcentaje de alumnos que alcanzó resultados satisfactorios en el primer ítem consultado fue el 100%, nos referimos a aquellos que resolvieron de manera satisfactoria lo referente al balanceo de las reacciones planteadas.
- El porcentaje de alumnos que alcanzó resultados satisfactorios en la resolución de entre dos y tres ítems está cerca al 65%, un resultado alentador para la apropiación de conocimientos, demostrando en ellos capacidad de balancear reacciones, indagar sobre las condiciones necesarias para conocer las concentraciones de las especies de una reacción y las presiones ejercidas por dichas especies en la reacciones en fase gaseosa
- El porcentaje de alumnos que resolvió en su totalidad la situación problema, es decir que planteó y resolvió de manera adecuada los 4 ítems, llegó a un valor cercano al 50%, demostrando así apropiación de los nuevos conceptos relacionados con el equilibrio en fase gaseosa y el sentido en que dichas reacciones evolucionan. .
- Con la información obtenida el docente implementará los correctivos necesarios, para mejorar los fallos detectados en la actividad realizada por los alumnos.

6. Conclusiones y Recomendaciones.

6.1. Conclusiones

Se diseñó y estructuró una propuesta didáctica para la enseñanza del equilibrio en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular y propiciar así el aprendizaje significativo de esta temática en los alumnos de la Institución Educativa Pío XII (San Pedro de los Milagros, Antioquia). Esta propuesta se enfocó en el fortalecimiento de la habilidad de los alumnos para desarrollar situaciones y actividades relacionadas con el tema, herramienta esencial para alcanzar tal tipo de aprendizaje.

Esta propuesta se centró en el desarrollo de un ciclo didáctico cuyos ejes principales fueron los siguientes: la solución de una situación problema cercana a la realidad y la realización de una actividad final donde se corroboró la apropiación de conocimientos. Alrededor de las cuales se articularon una serie de actividades encaminadas a proveer al estudiante de herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales para su solución. En dicho ciclo se tomaron en cuenta no sólo las ideas previas de los estudiantes, sino también todo aquello encaminado a la reflexión y a la mejora continua de su proceso de aprendizaje.

Esta propuesta se fundamentó conceptualmente en una serie de estrategias y herramientas que guían al alumno a la adquisición de un aprendizaje significativo en el tema de *equilibrio químico*, para ser aplicado en el tema de equilibrio en fase gaseosa y cómo este se ve afectado por distintos factores que corresponden a todas las transformaciones química y/o físicas.

El uso de herramienta virtuales tipo moodle y aplicaciones flash y java, constituye una herramienta innovadora y cercana a la realidad tecnológica social, pero debe ser supervisada y guiada por el docente a cargo y de esta manera contribuir al aprendizaje significativo del contenido conceptual del tema de *equilibrio químico* en fase gaseosa. En esta parte el docente debe cualificarse para el manejo de las herramientas tecnológicas y poseer disposición para la aplicación de nuevos recursos en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se detectó al realizar todas las actividades relacionadas con el ciclo didáctico, que uno de los principales problemas para la apropiación y desarrollo del contenido temático de equilibrio químico, fue la falta de bases sólidas de los conceptos

CAPTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

matemáticos necesarios y relacionados a esta temática. También la falta de abstracción por parte de los alumnos para aplicar los conceptos de equilibrio químico más allá de su contenido y desarrollo numérico.

El uso de herramientas virtuales propicio una mayor y mejor asimilación de los contenidos temáticos relacionados al equilibrio químico en fase gaseosa, esto conllevó a una mejor resolución de la situación problema planteada.

6.2. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que este trabajo se presenta como una propuesta didáctica para el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de *Equilibrio químico* en fase gaseosa desde la teoría cinética molecular en la educación media y que no se esperan aún resultados de una investigación, sino que constituye una monografía de profundización, se recomienda:

- Llevar a cabo la implementación de esta propuesta didáctica en grupos de estudiantes de instituciones educativas y realizar un análisis de los resultados que se obtengan, con el fin de mejorar los componentes didácticos y metodológicos del ciclo didáctico propuesto.
- Es importante el respaldo de las instituciones educativas a sus docentes cuando están dispuestos a modificar su práctica pedagógica en aras de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, dicho apoyo debe ir desde recursos y espacios hasta incentivos para el desarrollo de competencias creativas, investigativas y sociales en la comunidad educativa.
- La búsqueda e implementación de estrategias de enseñanza innovadoras, tiene como requisito primordial la cualificación docente en su dominio disciplinar y en aquellos saberes nuevos para él, necesarios para articular correctamente los componentes didácticos adecuados a las nuevas estrategias a implementar.
- Cuando un docente planea la implementación de una estrategia didáctica como la aquí propuesta, debe tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes y el contexto en el que se desenvuelven, de manera que las situaciones problemas planteadas no solo estén acorde a su realidad sino también, que la confrontación de sus ideas con el conocimiento científico los conduzcan, efectivamente, a modificar su estructura cognitiva de forma significativa.

7. Anexos

7.1. Anexo A: Recursos propuestos en la fase de inducción

Animación *Equilibrio químico*

EQUILIBRIO QUÍMICO

$$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^{-} \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$$

Temperatura: 25 °C

Volúmenes de los reactivos:

- 1 mL SCN⁻
- 1 mL Fe³⁺
- 8 mL H₂O

Pulsar el botón para iniciar

0 M

[Fe³⁺] = 0,1M

[SCN⁻] = 0,1 M

H₂O

Salvador Hurtado Fernández 2010

Tomado de:

<http://salvadorhurtado.wikispaces.com/file/view/eqiquim.swf>

Animación principio de le-chatelier

PRINCIPIO DE LE CHÂTELIER

$$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$$

$$\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$$

$$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^{-} \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$$

$$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+} + 4\text{Cl}^{-} \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$$

$\Delta H < 0$ $\Delta H > 0$

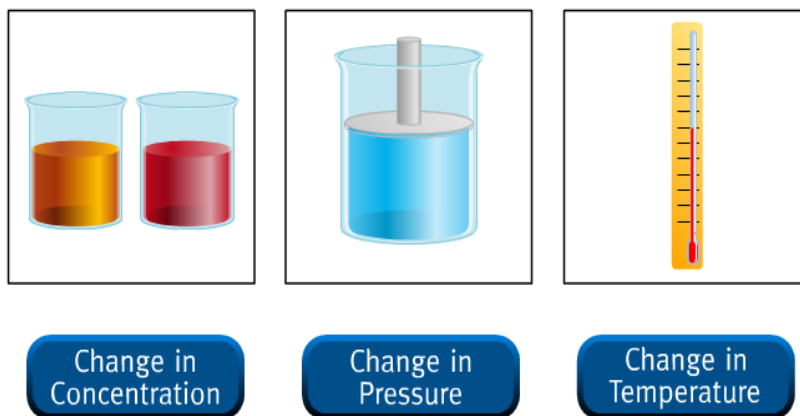
H⁺ OH⁻

Salvador Hurtado Fernández 2010

Tomado de:

<http://salvadorhurtado.wikispaces.com/file/view/chate.swf>

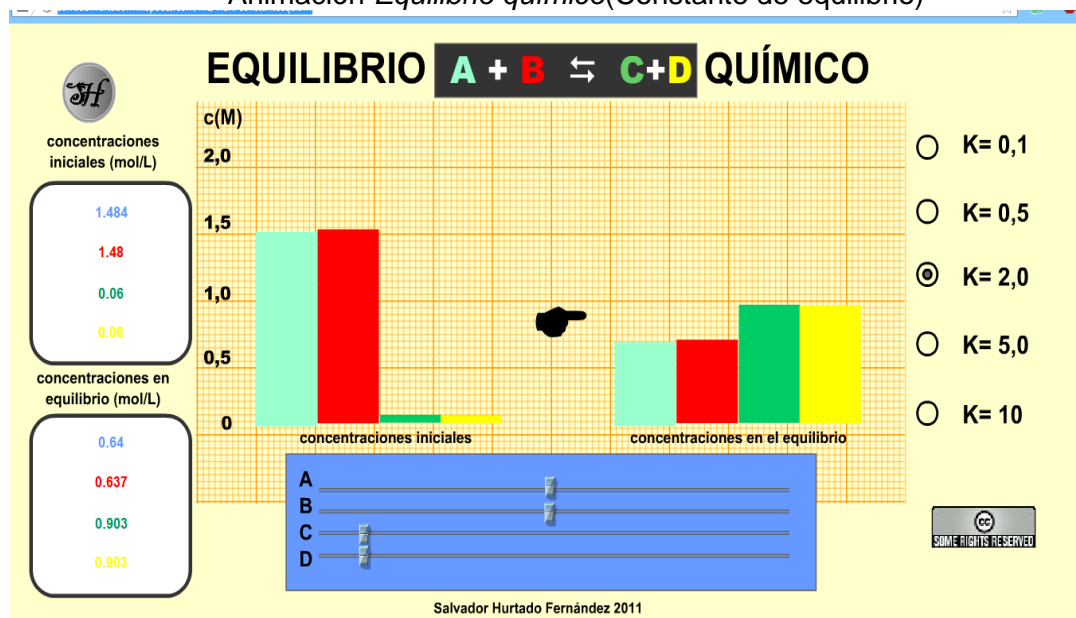
Animación principio de Le Chatelier(cambio de concentración, presión y temperatura)



Tomado de:

http://www.aularagon.org/files/espa/Bachillerato/Segundo/Quimica/U4/QUI2_INTERBAC/lec_hv17.swf

Animación *Equilibrio químico*(Constante de equilibrio)



Tomado de:

<http://salvadorhurtado.wikispaces.com/file/view/constanteequ.swf>
Animación *Equilibrio químico*(Constante de equilibrio)

ANEXOS

The image shows a software interface for a chemistry simulation titled "EQUILIBRIO QUÍMICO". On the left, a cylindrical vessel contains numerous red spheres representing reactants. To the right, a graph plots the number of particles (n) on the y-axis (ranging from 0 to 1.0) against time (t(s)) on the x-axis (ranging from 0 to 100). Below the vessel, there is a stopwatch and a control panel with four buttons labeled K₁, K₂, K₃, and K₄, and a prompt "Pulsa sobre un botón". At the bottom, a legend shows a red sphere labeled "reactivo" and a blue sphere labeled "producto" with a double-headed arrow between them. A Creative Commons license logo is visible in the bottom right corner.

Tomado de:
<http://salvadorhurtado.wikispaces.com/file/view/eqq.swf>

ANEXOS

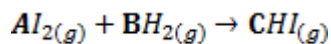
7.2. Anexo B: Encuesta conceptos previos para desarrollar el tema de equilibrio en fase gaseosa

Preguntas de selección múltiple con única respuesta

1. Balancear una reacción química es:

- a. Asignar números al azar.
- b. Contar hidrógenos
- c. Observar que cada miembro de la ecuación se tengan los átomos en la misma cantidad.
- d. Contar hidrógenos y oxígenos.

2. Si tengo la siguiente reacción



Podría indicar los valores correspondientes a las letras A, B y C, para que dicha reacción quede balanceada.

- a. 2,2,6
- b. 2,2,4
- c. 1,1,3
- d. 1,2,3

3. Si compararas el estado gaseoso con respecto a los demás estados de la materia, sería válido afirmar que:

- a. Los átomos presentan una distancia corta entre ellos.
- b. Los átomos presentan una distancia moderada entre ellos.
- c. Los átomos presentan una distancia considerable entre ellos.
- d. Ninguna de las anteriores.

4. Si tenemos cierto gas que se comporta de manera ideal ($PV=nRT$), dicho gas presenta las siguientes condiciones como son presión 1 atmósfera, volumen 1 litro, temperatura 298°K y se tuviese una mol de este gas, que considera que pasaría con el volumen si la presión se aumentara a 2 atmósferas.

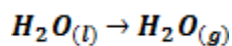
ANEXOS

- a. Permanecería igual
- b. Aumentaría
- c. Disminuiría
- d. Desaparecería

5. Si tenemos cierto gas que se comporta de manera ideal ($PV=nRT$), dicho gas presenta las siguientes condiciones como son presión 1 atmósfera, volumen 1 litro, temperatura 298°K y se tuviese una mol de este gas, que considera que pasaría con la presión si la si el volumen pasara a ser medio litro.

- a. Permanecería igual
- b. Aumentaría
- c. Disminuiría
- d. Desaparecería

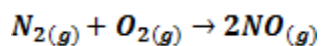
6. Al observar la siguiente reacción



Se nota que se está ante:

- a. Cambio químico
- b. Cambio físico
- c. Cambio fisicoquímico
- d. Ninguna de las anteriores

7. Al observar la siguiente reacción



Se nota que se está ante:

- a. Cambio químico
- b. Cambio físico
- c. Cambio fisicoquímico
- d. Ninguna de las anteriores.

7.3. Anexo C: Situación problema “introducción a nuevos conocimientos”

Situación problema introducción a nuevos conocimientos

Equilibrio químico en fase gaseosa I.E. PIO XII- 2014

Nombres:

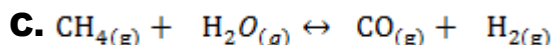
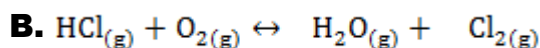
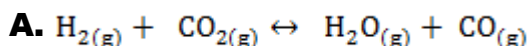
Grado: 11

Fecha

Al analizar los gases de combustión de una caldera de una empresa se encontró que contenía los siguientes gases:

- CH₄
- HCl
- H₂

Al estudiar el comportamiento de dichos gases se encontró que estos al salir al ambiente presentaban las siguientes reacciones, estos gases se almacenan tres recipientes de 500000 litros (uno para cada tipo de reacción) y se sabe que la presión de este recipiente 50 atmosferas a una temperatura de 25°C.



Llevar a cabo de manera grupal las siguientes instrucciones y entregar al final de la clase:

1. Compruebe si las reacciones están balanceadas, si no es así balancéelas
2. Describa que necesitaría conocer y como encontraría las concentraciones de cada especie.
3. Describa que necesaria conocer y como encontraría la presión ejercida por cada especie en el recipiente.
4. Recomiende maneras para que los gases analizados se gasten en su mayor parte y los productos de cada reacción analizada sean de mayor valor posible

ANEXOS

7.4. Anexo D: Actividad I: introducción a nuevos conocimientos

Actividad I: introducción a nuevos conocimientos

Nombres:

Gardo: 11

Fecha:

Objetivo

- **Recordar procedimientos para calcular distintas propiedades a partir del uso de la ecuación de gas ideal, ley de Dalton y la fracción molar**

En un recipiente de 25600 litros se encuentran contenidos 4000 kg de O₂, 10000 gr de H₂, 3.75 ton de NH₃, 2500 kg de SO₃ y 56000 gr de CO₂, se sabe que la presión a la que se encuentra el recipiente es 75 atmosferas, encontrar:

- a. Moles de todas las especie.
- b. Fracción molar de todas las especies
- c. Presión ejercida por cada especie
- d. La temperatura de la mezcla gases

A continuación se muestra el formato de respuestas que debe de ser diligenciado:

| Especie | Moles(n) | Fracción molar (x) | Presión parcial(atm) | Temperatura |
|-----------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|
| O₂ | | | | |
| H₂ | | | | |
| NH₃ | | | | |
| SO₃ | | | | |
| CO₂ | | | | |

ANEXOS

7.5. Anexo E: Actividad II: introducción a nuevos conocimientos

Actividad II: introducción a nuevos conocimientos

Nombres:

Grado: 11

Fecha:

Objetivo

- Plantear las velocidades de reacción en fase gaseosa.

Para las siguientes reacciones plantear las velocidades de reacción directa e inversa (Vi y Vd) para las reacciones presentadas a continuación:

| | |
|--|----|
| $SO_{3(g)} \leftrightarrow SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ | |
| Vi | Vd |
| | |
| $CO_{(g)} + H_{2(g)} \leftrightarrow CH_3OH_{(g)}$ | |
| Vi | Vd |
| | |
| $Xe_{(g)} + F_{2(g)} \leftrightarrow XeF_{4(g)}$ | |
| Vi | Vd |
| | |

ANEXOS

7.6. Anexo F: Estructuración y síntesis (cinética química) Estructuración y síntesis (cinética química)

Nombres:

Grado: 11

Fecha:

Objetivo

- Plantear las constantes de equilibrio en reacciones en fase gaseosa.

Para las siguientes reacciones plantear las constantes de equilibrio (K_c y K_p) para las reacciones presentadas a continuación:

| | |
|--|-------------------------|
| $SO_{3(g)} \leftrightarrow SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ | |
| K_c | K_p |
| | |
| $CO_{(g)} + H_{2(g)} \leftrightarrow CH_3OH_{(g)}$ | |
| K_c | K_p |
| | |
| $Xe_{(g)} + F_{2(g)} \leftrightarrow XeF_{4(g)}$ | |
| K_c | K_p |
| | |

ANEXOS

7.7. Anexo G: Estructuración y síntesis (constante de Equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción)

Estructuración y síntesis (constante de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción)

Nombres:

Grado: 11 Fecha:

Objetivo

- Calcular constantes de equilibrio, cociente de reacción y sentido de la reacción.

Ejercicios

1. En un recipiente de 10 litros se introduce una mezcla de 4 moles de $N_{2(g)}$ y 12 moles de $H_{2(g)}$;
 - A. escribir la reacción de equilibrio.
 - B. si establecido éste se observa que hay 0,92 moles de $NH_{3(g)}$, determinar las concentraciones de N_2 e H_2 en el equilibrio y la constante K_c y K_p .
2. La constante de equilibrio para: $Cl_{2(g)} + CO_{(g)} \leftrightarrow COCl_{2(g)}$ es $K_c = 5 \text{ (mol/l)}^{-1}$ a cierta temperatura. Se tienen las siguientes mezclas en respectivos recipientes, todos de un litro:
 - A. 5 mol de Cl_2 2 mol de Cl_2 1 mol de Cl_2
 - B. 2 mol de CO 2 mol de CO 1 mol de CO
 - C. 20 mol $COCl_2$ 20 mol $COCl_2$ 6 mol $COCl_2$

¿Está cada uno de estos sistemas en equilibrio? Si no, ¿en qué sentido evolucionarán?.

ANEXOS

7.8. Anexo H: Evaluación sobre apropiación de conceptos en *Equilibrio químico* en fase gaseosa

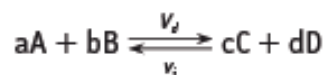
Tipo I

Nombre:

Grado: 11

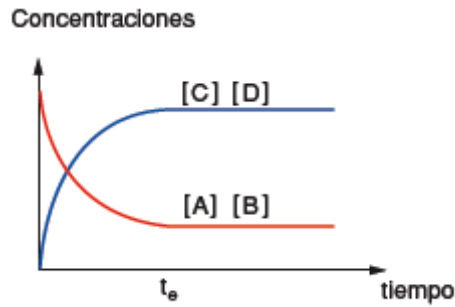
Fecha:

1. Cuando una reacción se encuentra en *Equilibrio químico* es porque las velocidades de transformación de reactivos a productos y viceversa son:
 - a. Una el doble de la otra.
 - b. Distintitas
 - c. Iguales.
 - d. Una el triple que la otra.
2. Se le conoce como la velocidad de transformación de productos a reactivos.
 - a. Velocidad directa
 - b. Velocidad inversa
 - c. Velocidad inicial
 - d. Velocidad final
3. Se le conoce como la velocidad de transformación de reactivos a productos
 - a. Velocidad directa
 - b. Velocidad inversa
 - c. Velocidad inicial
 - d. Velocidad final
4. Se dice que una reacción esta desplazada hacia los reactivos, es porque el valor de la constante de equilibrio es:
 - a. Uno
 - b. Cero
 - c. Mayor que uno
 - d. Menor que 1
5. Este factor altera el *equilibrio químico*
 - a. Ambiente
 - b. Energía
 - c. Disolución
 - d. Presión.
6. Tenemos las siguiente reacción



ANEXOS

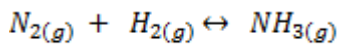
Observando la siguiente grafica de la concentración de las especies y el tiempo, en el equilibrio.



Que se puede concluir de la concentración de los reactivos en el equilibrio:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| a. Igual que la de los productos | c. Mayor que la de los productos |
| b. Menor que la de los productos | d. Ninguna de las anteriores |

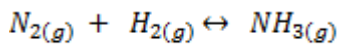
7. Para la siguiente reacción



La correcta expresión de la velocidad directa de reacción es:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| a. $V_d = [N_2]^1[H_2]^1$ | c. $V_d = [N_2]^1[H_2]^3$ |
| b. $V_d = [NH_3]^2$ | d. $V_d = [N_2]^1[H_2]^0$ |

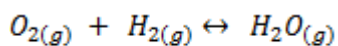
8. Para la siguiente reacción



La correcta expresión de la velocidad inversa de reacción es:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| a. $V_i = [N_2]^1[H_2]^1$ | c. $V_i = [NH_3]^1$ |
| b. $V_i = [NH_3]^2$ | d. $V_i = [NH_3]^1[H_2]^0$ |

9. Para la siguiente reacción



ANEXOS

La correcta expresión de la constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

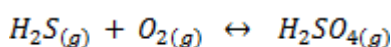
a. $K_C = \frac{[H_2O]^1}{[H_2]^1[O_2]^1}$

d. $K_C = \frac{[H_2]^2[O_2]^1}{[H_2O]^2}$

b. $K_C = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2[O_2]^1}$

c. $K_C = \frac{[H_2]^1[O_2]^1}{[H_2O]^1}$

10. En la condición de equilibrio de la reacción;



Las concentraciones de cada especie son; $[H_2SO_4] = 3,45 \text{ M}$, $[O_2] = 0,25 \text{ M}$ y $[H_2S] = 1,24 \text{ M}$. el valor de la constante de equilibrio es:

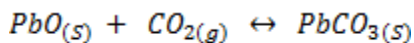
a. 44.5

c. 133.5

b. 0.225

d. 90

11. Considere la siguiente reacción:



Calcular el valor de la K_{eq} si la $[CO_2]$ es 0,045 M

a. 0.048

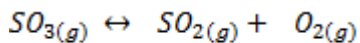
c. 44.44

b. 22.22

d. 0.024

Con al siguiente reacción contestar de la pregunta 12 a 17

Tenemos el siguiente equilibrio:



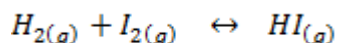
12. Plantee la constante de equilibrio en función de las concentraciones

13. Si K_C tiene un valor de 0.01, esto nos quiere decir que la concentración de reactivos es:

ANEXOS

- a. Mayor que la de los productos
- b. Igual que las de los productos
- c. Inferior a las de los productos
- d. El doble que la de los productos
14. Qué pasaría con el equilibrio si agregáramos SO_3 , conservando igual volumen.
- a. Se desplazaría hacia reactivos
- b. Se desplazaría hacia productos.
- c. Permanecía igual
- d. Ninguna de las anteriores
15. Qué pasaría con el equilibrio si agregáramos O_2 , conservando igual volumen.
- a. Se desplazaría hacia reactivos
- b. Se desplazaría hacia productos.
- c. Permanecía igual
- d. Ninguna de las anteriores
16. Qué pasaría con el equilibrio si disminuimos el volumen a la mitad, conservando igual volumen.
- a. Se desplazaría hacia reactivos
- b. Se desplazaría hacia productos.
- c. Permanecía igual
- d. Ninguna de las anteriores

17. Para la reacción



El valor de $K_c = 50$ a 450°C . Esta reacción se lleva a cabo en un recipiente de 1 litro, introduciéndose 1 mol de H_2 , 1 mol de I_2 y 2 moles de HI . Hallar los moles de cada gas en el equilibrio.

- a. 0.15, 0.6 y 0.08
- b. 0.25, 0.45 y 0.1
- c. 0.98, 0.78 y 0.123
- d. 0.56, 0.44 y 3.12

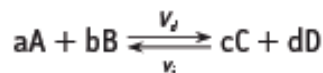
Tipo II

Nombre:

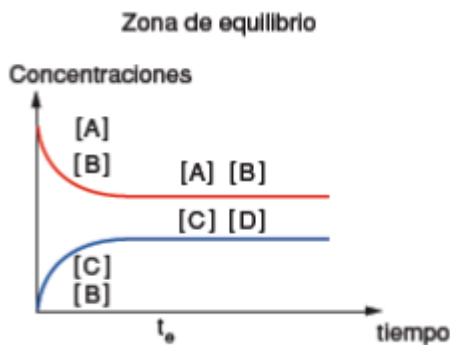
Grado: 11

Fecha:

- El *equilibrio químico* se establece cuando existen dos reacciones opuestas que tienen lugar simultáneamente a la misma
 - presión
 - volumen
 - temperatura
 - Velocidad
- Se le conoce como la velocidad de transformación de productos a reactivos.
 - Velocidad directa
 - Velocidad final
 - Velocidad inicial
 - Velocidad inversa
- Se le conoce como la velocidad de transformación de reactivos a productos
 - Velocidad inicial
 - Velocidad inversa
 - Velocidad inicial
 - Velocidad directa
- Se dice que una reacción está desplazada hacia los productos, es porque el valor de la constante de equilibrio es:
 - Uno
 - Cero
 - Mayor que uno
 - Menor que 1
- Este factor altera el *equilibrio químico*
 - temperatura
 - Energía
 - Disolución
 - ambiente.
- Tenemos la siguiente reacción



Observando la siguiente gráfica de la concentración de las especies y el tiempo, en el equilibrio.

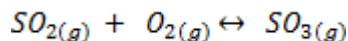


Que se puede concluir de la concentración de los reactivos en el equilibrio:

ANEXOS

- a. Igual que la de los productos
- b. Menor que la de los productos
- c. Mayor que la de los productos
- d. Ninguna de las anteriores

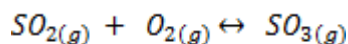
7. Para la siguiente reacción



La correcta expresión de la velocidad inversa de reacción es:

- a. $V_i = [SO_2]^1 [O_2]^1$
- b. $V_i = [SO_3]^2$
- c. $V_i = [SO_2]^2 [O_2]^1$
- d. $V_i = [SO_2]^1 [O_2]^0$

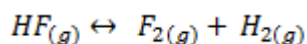
8. Para la siguiente reacción



La correcta expresión de la velocidad directa de reacción es:

- a. $V_d = [SO_2]^2 [O_2]^1$
- b. $V_d = [SO_3]^2$
- c. $V_d = [SO_3]^1$
- d. $V_i = [SO_3]^1 [O_2]^0$

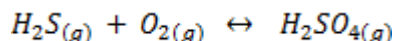
9. Para la siguiente reacción



La correcta expresión de la constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

- a. $K_C = \frac{[HF]^1}{[H_2]^1 [F]^1}$
- b. $K_C = \frac{[HF]^2}{[H_2]^1 [F_2]^1}$
- c. $K_C = \frac{[H_2]^1 [F_2]^1}{[HF]^1}$
- d. $K_C = \frac{[H_2]^1 [F_2]^1}{[HF]^2}$

10. En la condición de equilibrio de la reacción;

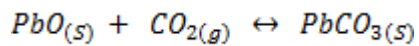


Las concentraciones de cada especie son; $[H_2SO_4] = 3,45$ M, $[O_2] = 0,25$ M y $[H_2S] = 1,24$ M. el valor de la constante de equilibrio es:

- a. 44.5
- b. 0.225
- c. 133.5
- d. 90

ANEXOS

11. Considere la siguiente reacción:

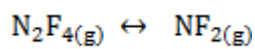


Calcular el valor de la K_{eq} si la $[CO_2]$ es 0,045 M

- | | |
|----------|----------|
| a. 0.048 | c. 44.44 |
| b. 22.22 | d. 0.024 |

Con al siguiente reacción contestar de la pregunta 12 a 17

Tenemos el siguiente equilibrio:



12. Plantee la constante de equilibrio en función de las concentraciones

13. Si K_c tiene un valor de 5, esto nos quiere decir que la concentración de los productos es:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| a. Mayor que la de los productos | c. Inferior a las de los productos |
| b. Igual que las de los productos | d. El doble que la de los productos |

14. Qué pasaría con el equilibrio si agregáramos **NF₂**, conservando igual volumen.

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| a. Se desplazaría hacia reactivos | d. Ninguna de las anteriores |
| b. Se desplazaría hacia productos. | |
| c. Permanecía igual | |

15. Qué pasaría con el equilibrio si **N₂F₄**, conservando igual volumen.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| a. Se desplazaría hacia reactivos | b. Se desplazaría hacia productos. |
|-----------------------------------|------------------------------------|

ANEXOS

c. Permanecía igual

d. Ninguna de las anteriores

16. Qué pasaría con el equilibrio si duplicáramos el volumen, conservando igual volumen.

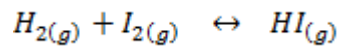
a. Se desplazaría hacia reactivos

d. Ninguna de las anteriores

b. Se desplazaría hacia productos.

c. Permanecía igual

17. Para la reacción



El valor de $K_c = 50$ a $450\text{ }^\circ\text{C}$. Esta reacción se lleva a cabo en un recipiente de 1 litro, introduciéndose 1 mol de H_2 , 1 mol de I_2 y 2 moles de HI . Hallar los moles de cada gas en el equilibrio.

a. 0.15, 0.6 y 0.08

b. 0.25, 0.45 y 0.1

c. 0.98, 0.78 y 0.123

d. 0.56, 0.44 y 3.1

8. Bibliografía y Cibergrafía

- Alberto Vicario Casla, I. S.-Z. (2007). Aprendizaje Basado en Problemas. Una estrategia creativa para mejorar el aprendizaje en las titulaciones de Biología y Química. Facultad de Ciencia y Tecnología.
- Blancafort, A. M. (2011). Algunas orientaciones para enseñar ciencias naturales en el marco del nuevo enfoque curricular. Horizontes Educativos, 57-71.
- Bulwik, M. (2000). Formación docente continua: Más que una necesidad. Educación Química, 298.
- Chang, R. (2010). Equilibrio Químico. En R. Chang, Química (págs. 616-640).
- Domínguez Silva, J. A. (18 de abril de 2014). Gobiernodecanarias. Obtenido de gobiernodecanarias:
<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/lentiscal/ficheros/pdf/TIC-QuimicaF.pdf>
- Fernandez, J. I., Gonzalez, M. P., & Alejandro, M. P. (2010). equilibrio gaseoso. En J. L. fernandez, M. P. gonzalez, & M. P. alejandro, Química (págs. 192-194). Madrid: McGraw-Hill.
- fisica.universidadlaboralab. (2011). Obtenido de:
<http://fisica.universidadlaboralab.es/wordpress/wpcontent/uploads/2011/05/gases.pdf>
- Galagovsky Lydia, M. A. (2009). Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 22.
- Gallego Ortega, J. y. (2010). Didáctica general. Enfoque didáctico para la globalización y la interdisciplinaridad. Didáctica general, 293-319.
- García-Ruiz, M., & Sánchez, L. O. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.

BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA

- Garritz, A. R. (2007). Analogías en la enseñanza del equilibrio químico. Educación Química.
- Gómez, B. R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. Educación y Educadores, 8, 9-19.
- gomez, C., gonzalez, R., & viruela, R. (2009). ocw. Obtenido de:
http://ocw.uv.es/ciencias/1-1/teo_cinetica_nuevo.pdf
- Jaume Jorba, N. S. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua: Propuestas didácticas para las áreas de las ciencias naturales y matemáticas. madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Juan Guillermo Romero-Álvarez, A. R.-C.-P. (2008). Evaluación de escenarios para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la asignatura de química de bachillerato. Didáctica de la química.
- Longhi, G. M. (2011). Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 10, 2, 264-288.
- Massa, A., & Cantó, M. C. (2014). cac. Obtenido de:
<http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2011/8.pdf>
- McGraw-hill. (2 de marzo de 2014). mcgraw-hill. Obtenido de:
<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/844816962X.pdf>
- Moncada, J. J. (enero de 2014). Propuesta didáctica para la enseñanza de las interacciones moleculares en la educación media. Propuesta didáctica para la enseñanza de las interacciones moleculares en la educación media. Medellín, antioquia: UnAl.
- ocw. (4 de marzo de 2014). Obtenido de:
http://ocw.uv.es/ciencias/1-1/teo_cinetica_nuevo.pdf

BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA

- Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *latinoam.estud.educ. Manizales*, 41-60.
- Pardo, M. d., & Villareal, M. (2008). Uso de las tic en el aprendizaje significativo del principio de le chatelier en el equilibrio químico ácido base. *IIEC*, 69-78.
- Pardo, Q. (1995). Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de le chatelier. *Enseñanza de las ciencias*, 72-80.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2011). Equilibrio químico. En R. H. Petrucci, F. G. Herring, J. D. Madura, & C. Bissonnette, *Química general* (págs. 671-672). Madrid: Pearson.
- politecnicocartagena. (2 de marzo de 2014). Obtenido de:
http://www.politecnicocartagena.com/wpcontent/uploads/2012/11/cinetica_quimica.pdf
- Quílez Pardo, J. y. (1995). Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de le chatelier. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 72-80.
- Raviolo, A. (2005). Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*.
- Rocha, A. L. (septiembre de 3 de 2007). Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la univrsidad. Tesis doctoral. Santiago, Compostela, España: USC.
- Sandoval, M. J. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. Educ. Educ*, 126-138.
- Scandrolí, A. R. (2008). Propuesta para la enseñanza del equilibrio químico. *Profesores al día*.

BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA

- Tamayo, O. D. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. Itinerario Educativo, 115-135.
- Teoría Cinética Molecular. (6 de Agosto de 2006). Obtenido de:
<http://teoria-cinetica-m.blogspot.com>
- TodoesQuímica. (16 de abril de 2014). Obtenido de TodoesQuímica:
<http://todoesquimica.blogia.com/2012/030503-reacciones-irreversibles-y-reversibles.php>
- Torres-Díaz, J. C. (2012). Integración de redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje. Revista de Educación a Distancia.
- Universidad Nacional del Nordeste. (14 de abril de 2014). exa.unne. Obtenido de:
<http://exa.unne.edu.ar/quimica/quimgeneral/UnidadVGases.pdf>
- Velásquez, E. H. (2012). Enseñanza de equilibrio químico haciendo uso de las TICs para estudiantes del grado once de enseñanza media. Medellín, Antioquia, Colombia.