

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación.

Paula Andrea Tabares Ospina

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2018

Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación.

Paula Andrea Tabares Ospina

Trabajo de investigación presentado 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

Línea de Investigación:

Investigación - acción

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia

2018

*A Dios por ser mi fortaleza y motor en la vida
para no desfallecer*

*A mi familia por su apoyo incondicional, que
me dio fortaleza para enfrentar este reto.*

*A mis amigos por siempre estar ahí para
ayudarme y alentarme en los momentos más
difíciles.*

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia y a Sapiencia, por el apoyo brindado a través de la beca, la cual permitió cumplir con mi sueño de continuar con mi cualificación que fortalecerá mi quehacer pedagógico, y por ende los procesos de enseñanza aprendizaje de mis estudiantes.

A mi asesor el Doctor Daniel Alberto Barragán Ramírez por ser guía y apoyo en la realización de esta propuesta, al igual que todos los docentes que ayudaron a pudiera alcanzar este logro, pues sus conocimientos me brindaron las herramientas para mejorar y replantar mi visión de la educación que requieren mis estudiantes.

A la Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac por permitirme implementar este trabajo en la institución y siempre estar abierta a nuevas ideas.

A mis estudiantes por siempre estar dispuestas a aprender, y por creer que es a través de una buena educación que se abren las puertas de las oportunidades de un futuro mejor.

A mis amigos en especial a Ángela María Sánchez e Iván Palacio, quienes me brindaron su apoyo y consejos que me permitieron evaluar constantemente este proceso.

Y por último a mis padres por enseñarme a que debo ser mejor cada día y en cada nueva etapa dar lo mejor de mí.

Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos del diseño e implementación de una estrategia de aula dirigida al aprendizaje de la estequiometría en las estudiantes del grado décimo de la *Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac*. A partir del Aprendizaje Basado en Problemas, (ABP), se plantean prácticas de laboratorio haciendo uso de productos comerciales que se encuentran en el entorno, tales como el vinagre y bicarbonato para realizar una titulación ácido – base.

El soporte teórico de la estrategia es la teoría constructivista y como herramienta de apoyo se emplea el ABP. El ABP se implementa con una investigación cualitativa desde el método investigación-acción, que permite a los individuos que intervienen en el proceso estar sujetos a la reflexión constante en el ciclo de planificación, acción, observación y reflexión (Bausela, E., 2002), facilitando así la retroalimentación en cualquier instante de la aplicación de la estrategia de aula.

El uso de éste tipo estrategias, donde las estudiantes manipulan un determinado material disponible en su entorno, permite potenciar habilidades y destrezas fundamentales para la construcción del conocimiento científico. Las alumnas participan activamente en la planeación y ejecución del experimento, logrando identificar los insumos y procedimientos necesarios para obtener un resultado satisfactorio.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas, Estequiometría, Constructivismo, Titulación, Contextualización.

Abstract

This work is aimed to present the obtained results in the design and implementation of a classroom strategy, in which stoichiometry was taught to tenth grade students from I.E. Santa Juana de Lestonnac, based on Problem Based Learning (PBL), that present laboratory practices using commercial products that are found in their environment, like vinegar and baking soda to carry out an acid-base titration.

The theoretical support of this strategy is the constructivist theory and as a support tool the PBL is used from a qualitative investigation based on research / action, this allows the individuals involved in the process to be subject to constant reflection in the planning, action, observation and reflection cycle (Bausela, E 2002); and can be fed at any time from the application of the classroom strategy

The use of this type of strategy, where students can manipulate concrete material that is in their environment, allows to enhance fundamental skills for the construction of scientific knowledge, where it is possible for them to realize what they need to solve the problems that arise in the development of supported practices of their peers and guided by the teacher.

Keywords: Problem Based Learning, Stoichiometry, Constructivism, Titration, Contextualization.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas	XI
Introducción	2
1. Diseño teórico	5
1.1 Selección y delimitación del tema	5
1.2 Planteamiento del problema	5
1.2.1 Descripción del problema.....	5
1.2.2 Formulación de la pregunta.....	8
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo general.....	9
1.4.2 Objetivos específicos	10
2. Marco referencial.....	11
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Referente teórico	14
2.3 Referente Conceptual- Disciplinar	17
2.4 Referente Legal.....	22
2.5 Referente espacial.....	23
3. Diseño metodológico.....	25
3.1 Enfoque	25
3.2 Método	26
3.2.1 Prueba diagnóstica	27
3.2.2 Prueba de Nivelación	27
3.2.3 Intervención en el aula	28
3.2.4 Actividad Evaluativa Final	28
3.3 Instrumentos de recolección de la información y análisis de la información ...	29
3.4 Población y muestra	29
3.5 Delimitación y alcance	29
3.6 Cronograma.....	30
4. Resultados.....	32
4.1 Análisis prueba diagnóstica	32
4.2 Análisis Prueba de Nivelación.....	41

VIII Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación

4.3	Intervención en el aula	42
4.3.1	Desarrollo guía de reacciones ácido-base en contextos cotidianos	42
4.3.2	Desarrollo guía experimental de laboratorio sobre reacciones ácido - base	47
4.4	Análisis de resultados.....	49
4.4.1	Primera guía	49
4.4.2	Segunda guía: trabajo experimental en el laboratorio	52
4.4.3	Análisis de actividad evaluativa final	59
5.	Conclusiones y recomendaciones	62
5.1	Conclusiones.....	62
5.2	Recomendaciones.....	63
A.	Anexo: Prueba diagnostica	65
B.	Anexo: Nivelación.....	69
C.	Anexo:	72
D.	Anexo: Nivelación.....	75
E.	Anexo: Evaluación final.....	78
F.	Anexo: Evaluación final.....	79
G.	Anexo: Nivelación.....	80
	Referencias	83

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Pregunta número 1 Prueba diagnostica.....	32
Figura 2 Se ilustra en barras el número de estudiantes que respondieron correctamente la pregunta 1 de la prueba diagnóstica (barra en color morado).....	33
Figura 3 Pregunta número 2 Prueba diagnostica.....	33
Figura 4 Se muestran en barras el número de estudiantes que respondió correctamente la pregunta 2 de la prueba diagnóstica (barra en color morado).....	34
Figura 5 Pregunta número 3 Prueba diagnostica.....	34
Figura 6 Respuestas dadas por las estudiantes al pregunta 3. En barra de color azul turquesa se muestra que la totalidad de las respuestas son incorrectas.	35
Figura 7 Pregunta número 4 Prueba diagnostica.....	36
Figura 8 Resultados obtenidos para pregunta 4. En barra de color morado el número de respuestas correctas y en barra de color azul turquesa el número de respuestas incorrectas.....	36
Figura 9. Pregunta número 5 prueba diagnostica	37
Figura 10 Resultados a la pregunta 5. En barra de color morado el número de respuestas correctas.	37
Figura 11. Pregunta número 6 Prueba diagnostica.....	38
Figura 12 Resultados para la pregunta 6.....	39
Figura 13. Pregunta número 7 Prueba diagnostica.....	39
Figura 14 Resultados pregunta 7	40
Figura 15 Resultados prueba de nivelación.....	42
Figura 16 Estudiantes trabajan en grupo durante la actividad 1	43
Figura 17 Grupos de estudiantes realizan la actividad 2.....	44
Figura 18 Simulador virtual de una titulación (https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html).....	44
Figura 19 simulación desarrollada de titulación en la página virtual: https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html	45
Figura 20 Verificación del resultado de la valoración del sistema ácido-base HCl-KOH: https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html	46
Figura 21 Etapa de implementación del montaje experimental en el laboratorio.....	48
Figura 22 Montaje de laboratorio.....	48
Figura 23 Resultados de la primera actividad de clasificación práctica de los ácidos	49
Figura 24 Resultados de la actividad 2.....	50

X Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación

Figura 25 Limón Tahití tomado de https://www.maxpixel.net/Lime-Citrus-Fruits-Limone-Fruit-Sour-Citrus-3480610	53
Figura 26 Limón mandarina tomado de https://pxhere.com/es/photo/8077	53
Figura 27. Resultado de evaluación final aplicada al grupo experimental y al grupo de control. En barras de columna de color morado la respuesta correcta y en las de color azul turquesa las incorrectas.....	60

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Tabla de constantes de acides de algunos ácidos	20
Tabla 2 Indicadores	21
Tabla 3 Usos de algunos ácidos y bases.....	22
Tabla 4 Referente Legal.	22
Tabla 5 Cronograma de desarrollo de la propuesta	30
Tabla 6 Resultado de la identificación de reactivos y productos de la reacción estudiada con el simulador virtual: C es para correcto, I para incorrecto.	51
Tabla 7. Resultado del balance de la reacción asignada para ser estudiada con el simulador: C es para correcto, I para incorrecto.	51
Tabla 8 Resultado de los cálculos de la concentración después de realizar la titulación con el simulador virtual: C es para correcto, I para incorrecto.	51
Tabla 9 Valoración de la solución problema de zumo de limón mandarina con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25mL de NaOH 0.5M... 55	55
Tabla 10 Valoración de la solución problema de zumo de limón Tahití con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25mL de NaOH 0.5M..... 55	55
Tabla 11 Valoración de la solución problema de zumo de limón mandarina con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25 mL de Na ₂ CO ₃ 0.5M 55	55
Tabla 12 Valoración de la solución problema de zumo de limón tahití con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25 mL de Na ₂ CO ₃ 0.5M 55	55
Tabla 13 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón mandarina por valoración con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína	56
Tabla 14 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón mandarina por valoración con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína	57
Tabla 15 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón Tahití por valoración con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína	57
Tabla 16 Concentración de ácido cítrico en el zumo de limón Tahití por valoración con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína.....	57
Tabla 17 Valoración de la solución problema de vinagre con hidróxido de sodio 0.5M en presencia de fenolftaleína. Se tomaron 25 mL de base para ser valorados con el ácido.58	58
Tabla 18 Concentración molar calculada de ácido acético en la solución problema de vinagre por valoración con hidróxido de sodio	58
Tabla 19 Valoración de la solución problema de vinagre con carbonato de sodio 0.5M en presencia de fenolftaleína. Se tomaron 25 mL de base para ser valorados con el ácido.58	58

XII Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje
de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la
experimentación

Tabla 20 Concentración molar calculada de ácido acético en la solución problema de
vinagre por valoración con carbonato de sodio.59

Introducción

En la actualidad los docentes enfrentan nuevos retos sobre su práctica pedagógica, por lo que se requiere una nueva visión para romper los paradigmas y hacer que el aprendizaje de los estudiantes sea significativo. Para lograr lo anterior hay que tener el referente de que cuando la práctica pedagógica se limita a transmitir contenidos se lleva al estudiante al desinterés, aburrimiento y desmotivación, haciendo del aula un lugar indiferente desligado de la realidad.

De ahí la importancia de que el docente se sumerja en un proceso transformador, donde su finalidad sea hacer del aprendizaje un camino en común con el estudiante; que no sienta temor a cambiar de rol para dejar de ser el dueño del conocimiento, y que por el contrario lleve al estudiante a que sea protagonista activo del acto educativo. Docente y estudiante se retan a plantear y resolver problemas en contexto, que los lleven a pensar, crear, aprender y construir conocimiento.

Por lo tanto, se deben buscar estrategias de aprendizaje que lleve a que los estudiantes conviertan su conocimiento en una herramienta para transformar su entorno, y esto sólo se puede lograr cuando convierte en parte activa. Es así como adquiere importancia el aprendizaje basado en problemas (ABP) con sus bases en el constructivismo socio – cultural, donde el docente a partir de un problema en contexto, cambia la dinámica del aula y promueve el trabajo en equipo, apropiación y deseo de conocimiento. (Torp, L; Sage,S 2007)

El presente proyecto presenta una estrategia de aula para favorecer el aprendizaje de la estequiometría de las reacciones ácido-base, desde el Aprendizaje Basado en Problemas, a través de la experimentación y la integración de la cotidianidad con los conceptos. La iniciativa nace desde la meditación de la docente acerca de su quehacer pedagógico y donde se logran identificar en las estudiantes algunas falencias,

dificultades, desmotivación y desinterés, lo cual es indicativo de que las prácticas de aula deben ser transformadas. Por lo tanto se desarrolla un proyecto de aula en la *Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac*, con la participación de 20 estudiantes del grado décimo que hacen parte del semillero de química; con la guía del método ABP se potenciarán competencias científicas y ciudadanas a través de actividades que produzcan en las estudiantes motivación para apropiarse y compartir el conocimiento.

En el presente documento se expondrán los planteamientos y resultados a través de cinco capítulos, así:

En el primer capítulo, se establece el problema, la delimitación y los objetivos a alcanzar en la investigación

En el segundo capítulo, se hace referencia al marco conceptual en el cual se base este proyecto y desde donde se establece, primero los antecedentes a partir de la implementación del constructivismo social – cultural y el ABP, luego se presenta el referente teórico que indica la importancia de este tipo de herramientas para desarrollar competencias en los estudiantes como autonomía, capacidad de trabajar en equipo, competencia para aprender a aprender, entre otras.

En el tercer capítulo, se presenta la metodología de tipo cualitativa, basándose en la investigación acción, además de la población, delimitación y los instrumentos utilizados para la recolección de la información.

En el cuarto capítulo se realiza el análisis de la prueba diagnóstica, la de nivelación, la intervención en el aula así como la actividad evaluativa, que permitieron identificar el alcance de este proyecto

Y por último, se presentan los resultados de la implementación de la propuesta, a través de una sistematización desde la que realiza una meditación crítica de la experiencia en el aula, donde se logran detectar y reflejar los aciertos, dificultades y errores en su desarrollo, y que posibilitan su aplicación en otros contextos, dada la importancia del APB.

1. Diseño teórico

1.1 Selección y delimitación del tema

Aprendizaje de la estequiometría de reacciones ácido – base a partir de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Descripción del problema

Es usual encontrar que el término *Química*, para la gran mayoría de las personas del común, haga referencia a una asignatura del colegio; asignatura que evoca conceptos y nombres incomprensibles, fórmulas, cálculos matemáticos y experimentos de laboratorio.

Los procesos lógicos y matemáticos que requiere la asignatura química son de gran importancia, y el hecho de que en la mayoría de los colegios, sobre todo en las instituciones públicas, sólo se dicte en la media (décimo y once), no facilita que los procesos de aprendizaje se desarrollen de manera natural y que motiven a los estudiantes en la adquisición de nuevos conceptos en esta disciplina.

A pesar de que en los estándares básicos de Ciencias Naturales establecidos por el MEN, (Ministerio de Educación Nacional), se plantea la enseñanza de la química desde la básica (sexto- noveno), en el área de Ciencias Naturales está relegada en la programación a los últimos periodos académicos. Esta situación lleva a que a veces, por las múltiples

actividades institucionales de los últimos periodos, no se puedan realizar procesos de enseñanza y aprendizaje adecuados, que favorezcan la asimilación de los conceptos relacionados con la química, y que a su vez, de acuerdo a las edades y procesos cognitivos de los estudiantes se centren en su cotidianidad y en actividades que motiven el interés por esta asignatura.

De acuerdo a lo anterior, es posible encontrar que estudiantes del grado décimo al momento de cursar la química, no sólo no tengan buenas bases conceptuales, sino que tengan la prevención social de tratarse de un área abstracta y que requiere mucha matemática. Adicional a lo anterior está el hecho de que los estudiantes tienen un visión sobrevalorada de lo que se puede hacer en un laboratorio de química, por ejemplo, producir nuevas sustancias, hacer mezclas explosivas, obtener nuevos materiales, etc., pero la realidad es que la gran mayoría de los laboratorios de los colegios públicos carecen de una mínima dotación adecuada. Así, no queda más que la iniciativa y creatividad de los docentes, y de los propios estudiantes, para crear o diseñar prácticas de laboratorios con los pocos recursos que encuentren a su alcance.

Otra de las dificultades con la que nos podemos encontrar al momento de plantear la resolución de problemas en química, es poder establecer relaciones entre los hechos observados, las variables que describen el proceso y las ecuaciones matemáticas que modelan o describen el fenómeno. La enseñanza tradicional hace un uso operativo de las matemáticas al momento de explicar los fenómenos naturales; esta es la ecuación, estas son las variables, esto se reemplaza aquí y esto se despeja para obtener el resultado. Los estudiantes se deben formar para poder hacer un análisis previo, una identificación de variables, un análisis de la relación entre variables y un manejo adecuado de un modelo matemático al momento de interpretar fenómenos naturales. Todo lo anterior es un proceso que requiere de varios años y que se debe iniciar desde temprana edad.

Otra dificultad que debemos mencionar, como lo indica Naser, M y Flamini, L. (2009), es que en química a los estudiantes se les dificulta establecer una conexión entre lo

macroscópico y lo microscópico. Conceptos como partícula sub-atómica (electrón, protón, neutrón), átomo, molécula, no sólo son abstractas en su concepción sino también en su imaginación; cómo es que una partícula de una determinada sustancia, por ejemplo de glucosa, está hecha de moléculas, que a su vez están hechas de átomos, que a su vez están hechos de partículas sub-atómicas?. Todo parece tratarse de un acto de fe. Es claro que el compromiso docente debe estar direccionado a diseñar estrategias para que todos estos inconvenientes se superen de la mejor manera posible en el aula de clase.

La estequiometría es una de esas temáticas de la química que particularmente presenta un alto grado de complejidad para el aprendizaje por parte de los estudiantes (Niaz M; Montes L. 2012); confluyen en ésta los cálculos matemáticos, planteamiento de problemas con ecuaciones matemáticas, la conexión entre lo macroscópico y lo microscópico (realmente nanoscópico), las ecuaciones químicas y los conceptos químicos y de las ciencias (a través de las leyes de conservación). Los estudiantes intentan memorizar el concepto y los pasos para solucionar los problemas de estequiometría para tratar de entender el concepto en general. Por ejemplo algunos memorizan como pasar de moles a gramos, pero no comprenden el por qué y el cómo de porque se pasan las moles a gramos (Bridges, C. D. 2015). Docentes con más de 10 años de experiencia en la enseñanza de química tradicional han dicho que cuando los estudiantes se enfrentan a la estequiometría pierden la confianza en sus habilidades en química (Bridges, C. D. 2015).

Es aquí cuándo nos preguntamos, de qué otra manera se puede enseñar y lograr en los estudiantes un aprendizaje significativo de la estequiometría?

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, en la presente propuesta se diseña una estrategia de aula que favorezca el aprendizaje de la estequiometría, basado en problemas que permita a los estudiantes relacionar los conceptos químicos con su contexto.

1.2.2 Formulación de la pregunta

¿Cómo favorecer el aprendizaje de la estequiometría de las reacciones ácido-base, con el enfoque del Aprendizaje *Basado en Problemas* a través de la experimentación y la integración de la cotidianidad con los conceptos químicos, en las estudiantes de grado décimo de la *Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac*?

1.3 Justificación

La escuela es el lugar donde es posible estructurar dinámicas que germinen aprendizajes que permitan hacer la transición de los conocimientos básicos a un aprendizaje más estructurado de la ciencia, por lo tanto esta propuesta de aula pretende abordar el aprendizaje de la estequiometría desde el ABP y de esta manera, como lo señala Fernández y Moreno (2008), potenciar en los estudiantes habilidades y actitudes, como razonar, discutir, argumentar, comprobar, entre otros, que las lleve a comprender desde las Ciencias Naturales los fenómenos de su entorno y así construir un conocimiento concreto.

Esta propuesta didáctica centrada en el aprendizaje de la estequiometría, busca que las estudiantes articulen los conceptos básicos de la asignatura química, superando la comprensión lectora y la resolución de problemas simples, para que se enfrenten a plantear y resolver problemas contextualizados. Para lograr esto las estudiantes necesitan hacer una decodificación simbólica de los enunciados, representaciones mentales y manejo de las leyes propias de las ciencias naturales y la química (De Longhi, A.; Ferreyra, A.; Peme, C ; Bermudez, G.M.A.; Quse, L.; Martínez S.; Iturralde, C.; Campaner, G. 2012).

Otros autores, como Pozo, J. y Gómez, M. (1998), han hecho notar que si bien los estudiantes de secundaria pueden tener nociones básicas de química, se les dificulta analizar problemas de estequiometría; es recurrente la dificultad para establecer relaciones cuantitativas entre masa, cantidad de sustancia, números átomos y moléculas, entre otros.

Estas dificultades evidencian como la naturaleza abstracta de los conceptos de la química obstaculiza que los estudiantes puedan alcanzar una comprensión de la misma.

La importancia de recibir una formación escolar adecuada en ciencias naturales y en particular en química ha sido destacada por diferentes autores, como Según Fernández y Moreno (2008). Los autores destacan que el aprendizaje de las ciencias naturales ayuda a que la persona se desarrolle integralmente, que despliegue actitudes y prácticas con un valor agregado para la sociedad de la actualidad, como lo son razonar, discutir, argumentar comprobar, entre otros, lo que le facilita comprender los fenómenos que lo rodean, además de convertirse en una persona más crítica ante la realidad.

Lo anterior nos permite resaltar la importancia de que el conocimiento se extienda a situaciones cotidianas y que el estudiante se involucre en su proceso de aprendizaje, que se motive a construir marcos científicos y que establezca conexiones entre el conocimiento científico y el entorno que lo rodea. Para lograr lo anterior es necesario generar estrategias que promuevan la apropiación las competencias de la asignatura química, lo cual exige un currículo flexible, contextualizado, que lleve a la apropiación del conocimiento desde el saber, el ser y el hacer, lo cual implica un cambio en el rol del maestro y del estudiante, un cambio en la forma de ver y vivir la naturaleza, y por ende, de construirnos (Carrizosa, E; Sánchez, A 2015).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un proyecto de aula que favorezca el aprendizaje de la estequiometría de las reacciones ácido-base, desde el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas, a través de la experimentación y la integración de la cotidianidad con los conceptos rigurosos, en las estudiantes de grado décimo de la *Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac*.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el nivel de razonamiento lógico, interpretación, abstracción y conocimientos químicos básicos de las estudiantes.
- Fundamentar en las estudiantes un conjunto de conceptos químicos básicos que faciliten una construcción conceptual de mayor rigurosidad.
- Diseñar una estrategia de aula que permita el aprendizaje de la estequiometría de reacciones ácido-base haciendo uso de sustancias que se encuentren en el contexto de las estudiantes.
- Implementar una estrategia de aula que permita identificar la pertinencia de este tipo de propuestas en la adquisición de competencias en el ser, el hacer y saber, mediante la manipulación de material concreto.

2.Marco referencial

Durante un proceso de enseñanza-aprendizaje se conjugan un sin número de factores como la infraestructura institucional, el personal docente, el entorno socio-cultural, el contexto, las relaciones interpersonales, los procesos cognitivos, entre otros; que llevan al estudiante no sólo a la construcción de conceptos académicos, sino como indica el MEN, (2004), a que el estudiante potencie habilidades y destrezas para la vida que les permitan articularse e incluirse socialmente, a solucionar problemas en situaciones cotidianas, y desde el campo científico a analizar, observar y recoger información, evaluar los métodos y divulgar los resultados obtenidos. Al tiempo que se crean relaciones con sus pares y se potencia las habilidades para trabajar en equipo y aceptar las diferencias.

La estrategia de aula propuesta en este trabajo contribuirá a potenciar habilidades para convivir en sociedad y a que las estudiantes estructuren capacidades analíticas que exigen la resolución de problemas, lo que lleva a la búsqueda de referentes teóricos que permiten sustentar y evidenciar la importancia de la implementación de este tipo de estrategias de aula que, para este caso se sustentara en cuatro líneas teóricas: Antecedentes, Referente teórico, referente conceptual – disciplinar y referente legal.

2.1 Antecedentes

Al diseñar una estrategia de aula, guiada por Aprendizaje Basado en Problemas, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estequiometría llevará a que las estudiantes construyan su conocimiento a partir del planteamiento de preguntas, hipótesis y estrategias para resolver los problemas en equipo.

12 Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación.

A continuación relacionamos algunos estudios publicados sobre el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes con diferente grado de escolaridad.

Pinto, G. (2008), llama la atención sobre hacer una enseñanza descontextualizada de la estequiometría mediante el planteamiento de problemas abstractos, alejados de la realidad, y que se convierten en una actividad monótona para los estudiantes que termina obstaculizando el aprendizaje de los conceptos. El autor plantea como estrategia para diseñar actividades de aula el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Basado en la Indagación Dirigida (ABID), desde los cuales plantea la solución de problemas haciendo uso de productos comerciales que los estudiantes encuentran en su entorno, tales como los medicamentos, crema dental, agua mineral, entre otros. A partir de la composición reportada en esos productos comerciales se planean problemas que le permitan a los estudiantes alcanzar competencias científicas específicas, como son: utilización de unidades de composición adecuadas, redondeo en cálculos químicos, representación de datos en gráficas y relaciones estequiométricas. Finalmente se recomienda hacer actividades en grupos de estudiantes para promover el aprendizaje cooperativo.

Otros autores como Jiménez y De Manuel (2009), y Jiménez, M; López, R y Márquez, M. (2010), igualmente conceptúan que los docentes pueden encontrar en la química de la cotidianidad, la cocina por ejemplo, un recurso pedagógico que permite establecer conexiones curriculares con las experiencias del entorno, durante los procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, es necesario hacer un seguimiento y evaluación cuidadosa a las actividades de aula que se plantean de manera contextualizada, ya que algunos de sus elementos se pueden convertir en distractores que obstaculizan el proceso de aprendizaje (Álvarez, A 2012).

Díaz, C. (2012), argumenta que la enseñanza de la química en los grados décimo se centra en principios y teorías que ilustran con problemas numéricos artificiales y con muy poco sobre reacciones químicas, por lo que propone la implementación de prácticas de laboratorio que permiten generar una relación experimental clara entre los componentes

teóricos de la disciplina y la práctica; los experimentos de laboratorio se pueden planear utilizando materiales y productos comerciales que se encuentran en el hogar, lo cual a su vez ayuda a subsanar la carencia de equipamiento de los laboratorios de las de las Instituciones Educativa.

BouJaoudes, S y Barakat, H (2003) indican que la estequiometria es básico para la enseñanza de la química pero a su vez es un tema muy abstracto para los estudiantes, y además al no comprender los conceptos impiden que estos desarrollen los problemas de estequiometría correctamente. Los autores concluyen que la mayoría de las dificultades están en el concepto de mol y como a partir de este realizar los cálculos necesarios teniendo en cuenta el problema a solucionar. Cuando los estudiantes comprenden bien los conceptos (no el significado) es más probable que al realizar un problema de estequiometría este tenga el resultado esperado.

Finalmente, Romero, S. (2017), y Moreno, J. (2011), analizan la desmotivación de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias, en particular la química y la física. Los autores concluyen que la falta de conexión entre lo que se enseña en el aula y la realidad despierta el desinterés por el aprendizaje y que por tanto los docentes deben hacer uso de estrategias didácticas que relacionen la ciencia con la cotidianidad; el uso de analogías, como por ejemplo la química con la cocina, promueven el aprendizaje al explicar fenómenos de la vida diaria, (Álvarez, G 2011).

En cuanto a estrategias de aula basadas en el ABP, Llorens (2010) plantea que la estrategia parte del reconocimiento de lo que estudiante requiere para dar solución a un problema; métodos de resolución de situaciones, exploración, generación de hipótesis, identificación de los conocimientos necesarios, búsqueda de información y estudio independiente del tema y análisis crítico. Finalmente la discusión en grupo sobre los conocimientos y resultados adquiridos permite consolidar el objetivo del ABP, y es que éste se convierte en un proceso de aprendizaje y no en la finalidad. En el marco del ABP, como ya se ha mencionado anteriormente, es el estudiante quien asume la responsabilidad de determinar que necesita aprender, lo que lo enmarca este proceso dentro del constructivismo.

Charif, M. (2010). Encontró que al comparar el ABP con el aprendizaje tradicional este primero es más efectivo, por sus logros y actitud frente a la química ya que el ABP cambio su percepción del aprendizaje de la química. Aunque también se dio cuenta que no todos se pueden hacer por este método y que él docente debe saber muy bien que desea que los estudiantes aprendan a través de este método y guiarlos por el camino donde estos saquen el mayor provecho de sus conocimientos.

Los antecedentes anteriores ilustran la preocupación de los docentes por lograr que los estudiantes, no sólo adquieran interés por el estudio de las ciencias naturales, sino porque ellos adquieran un conocimiento que les represente una transformación socio-cultural.

2.2 Referente teórico

El constructivismo hace referencia a una corriente epistemológica que se fundamenta desde lo cognitivo, donde el sujeto aprende a aprender, y lo socio cultural, que implica contextualizar el aprendizaje. El constructivismo es un proceso dinámico, mediante el cual se interpreta y reinterpreta la realidad, potenciando el aprendizaje significativo, Ramírez, A (2017). El conocimiento, como proceso mental, modifica los preconceptos de los sujetos al interactuar con la nueva información y su entorno. De esta manera el aprendizaje no se puede considerar como un proceso pasivo y objetivo, ya que cada individuo construye conceptos a partir de la experiencia, adquiriendo así el aprendizaje un rasgo de subjetividad.

Dentro del constructivismo podemos encontrar diferentes líneas, tales como:

- Constructivismo radical, cuyo mayor exponente es Von Glasersfeld, quien señala que el conocimiento se desarrolla a partir de lo individual, sin tener en cuenta el contexto, privilegia al sujeto quien construye el conocimiento de forma individual, de aquí que no puede ser transmitido, y por el contrario, este se organiza a partir de las experiencias personales, lo que debe llevar al docente a

generar situaciones para inducirlas, ya si permitan la generación de un nuevo conocimiento, que como se base en lo individual todo tipo de aprendizaje es válido, por lo que se pueden encontrar discursos vacíos. (Pons R ; Serrano, J 2011)

- Constructivismo cognitivo, cuyo precursor es Piaget, se fundamenta desde la psicología, por lo que el conocimiento se adquiere desde lo individual pero puede ser aplicado a nivel social. El conocimiento tiene lugar en la mente, donde se encuentran las representaciones que el individuo posee del mundo, con las cuales logra establecer una relación con la nueva información, a través una revisión, modificación, reorganización y diferenciación de los conceptos previos del sujeto. Aquí el aprendizaje puede ser guiado, desde la interacción con los otros. (Pons R; Serrano, J 2011)

- Constructivismo social, la cual se fundamenta desde la teoría de por Thomas Luckman y Peter L. Berger, quienes sostienen que el conocimiento se da como resultado del intercambio o la interacción del individuo con su entorno,(Pons R; Serrano, J 2011)

- Constructivismo socio – cultural o ambientalista, que se fundamenta en la teoría de Vygotsky, propone que el aprendizaje no es un proceso individual, sino que es una forma de apropiación de la cultura y la interacción social, por lo que el conocimiento es una construcción que hace el estudiante desde su realidad. En esta línea de pensamiento el conocimiento, como proceso activo, ensambla, extiende, restaura, interpreta y reinterpreta la información, es decir es la experiencia el vehículo para la adquisición del conocimiento,(Pons R; Serrano, J 2011)

Por tanto, desde la filosofía del constructivismo, el docente debe trabajar en estrategias de aula, que basadas en el contexto y los esquemas previos de los alumnos, motiven al estudiante a potenciar los procesos cognitivos y la estructura lógica de modo que se creen las condiciones necesarias, tanto individuales como colectivas, para favorecer el aprendizaje. Es decir, se requiere que el docente propicie espacios donde el conocimiento dependa equitativamente tanto del individuo como del contexto, visualizando el aula de clase como una comunidad de aprendizaje (Pons R; Serrano, J

2011). Dado que el aprendizaje cooperativo se desarrolla en pequeños grupos, donde el objetivo es maximizar el aprendizaje de todos los miembros, es necesario que todos los individuos asuman con responsabilidad su trabajo en el grupo, de modo que les permita alcanzar los objetivos propuestos (Johnson, D; Johnson, R; Holubek, R, 1999).

Como ya mencionamos antes, el Aprendizaje Basado en Proyectos es una estrategia que permite materializar la filosofía del constructivismo, fomentando el aprendizaje activo, la reflexión y la investigación. Mediante el ABP se enfrenta a los estudiantes a la resolución de un problema real o elaborado que les exige identificar los principios, conceptos y relaciones para darle solución, a la vez que se desarrollan habilidades actitudes y valores de los estudiantes hacia la generación de un conocimiento o aprendizaje significativo (Torp, L; Sage, S 2007).

El ABP surgió de la investigación de como las personas adquieren y transmiten conocimiento. Hay muchas formas de aprender, pero el ABP es un acercamiento al conocimiento construido desde diferentes puntos de vista, influenciado por doctores, psicólogos y educadores, además se tiene en cuenta el contexto, cultura y tiempo de la adquisición de conocimiento (Savin-Baden, M.; Major, C. 2004).

El ABP es una forma especial de adquirir buenas bases de un conocimiento específico para que este pueda ser aplicado en contexto. Este no es tanto una simulación de la vida real, sino que da herramientas para aprender como aprender, más que como adquirir conocimiento. Es un modelo que tiene como centro el estudiante diseñado para fomentar el cambio y la flexibilidad cognitiva. Se caracteriza por el íntimo contacto entre un tutor guía (docente) y un pequeño grupo de estudiantes (Purichia, H 2015)

El APB implica la participación activa y el trabajo colaborativo, ya que en este tipo de modelo los estudiantes forman pequeños grupos de trabajo para explorar una situación problema y a través de esta, identificar cuáles son los conocimientos y las habilidades que deben tener, para así, decidir qué información es necesaria para resolver dicha situación. Los grupos de trabajo ayudan a los estudiantes a intercambiar ideas e información y valorar las diferentes opiniones, por tanto es necesario para su implementación la formación de grupos heterogéneos, donde cada estudiante asume roles, tales como: portavoz, secretario, coordinador, controlador del tiempo, entre otros, y

el rol del tutor es de facilitador de oportunidades para el aprendizaje que fomenta y motiva la reflexión, la identificación de los conceptos teóricos y principios que se requieren para dar solución al problema. (Savin-Baden, M.; Major, C. 2004).

Por último, en una metodología ABP para la evaluación de logros se pueden utilizar los mapas conceptuales, ya que su elaboración garantiza la retroalimentación, la organización coherente de los conocimientos adquiridos, la aplicación de las habilidades desarrolladas, la relación lógica entre los conceptos y las representaciones mentales.

2.3 Referente Conceptual- Disciplinar

La enseñanza – aprendizaje de la *estequiometría* en la educación media, es uno de los aspectos que resultan más complejos para los estudiantes. (Obando S 2013; Pinto, G 2008. Niaz M; Montes L. 2012).

Como dice Pinto G (2008) En química entendemos por estequiometría todos aspectos relacionados con los cálculos químicos: átomos-moléculas-cantidad de sustancia, preparación de solución, cálculos de concentraciones y proporciones cuantitativas entre reactivos y productos en una ecuación de reacción química. El primero en enunciarla fue Jeremías Benjamín Richter en 1792, pero sus bases se encuentran en la ley de la conservación de la masa propuesta por el químico francés Lavoisier en 1789. La ley de la conservación de la masa establece que la cantidad de materia que hay antes y después de una reacción química siempre es la misma, por lo tanto la masa se conserva.

El alemán Albert Fickhinger y el americano Josiah Parsons Cooke publicaron libros en 1983 y 1959 respectivamente sobre estequiometría. Cooke cubrió temas como nomenclatura, símbolos químicos, balance de ecuaciones, cálculos masa – masa y masa – volumen, gravedad específica, conversiones de unidades, leyes de gases y formulas empíricas. Finckhinger en su libro tenía contenidos similares además de notación matemática. Los libros de estequiometría comenzaron a tener problemas a partir de 1867 donde se incluían conversiones de fórmulas empíricas a fórmulas moleculares y problemas de soluciones, disoluciones y titulación (Jensen, W. B. 2003).

Las transformaciones químicas de la materia se evidencian en una gran diversidad de fenómenos observables en la vida diaria, en la cotidianidad de cada individuo, por ejemplo: la oxidación del hierro, la descomposición de los alimentos, el uso de antiácidos para tratar la indigestión, el blanqueamiento dental, el uso del blanqueador para limpiar y lavar, el uso de desinfectantes para curar heridas, etc. Toda transformación química de la materia se representa en química mediante ecuaciones de reacciones químicas, en las cuales se indican las sustancias que participan como reactivos y las que se obtienen como productos, para una ilustración ver la Figura 1.

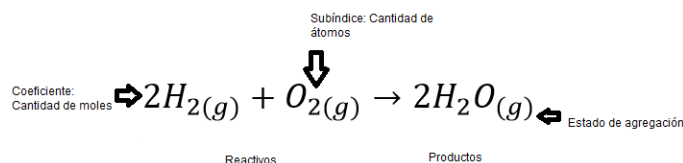


Figura 1 Ejemplo de una ecuación de reacción química. Se identifican los reactivos, productos y los coeficientes estequiométricos.

Debido a la gran diversidad de transformaciones químicas que se dan en la naturaleza, en la industria y en los laboratorios, es necesario hacer una clasificación de las mismas para poder facilitar su estudio, tales como: según el estado de agregación de reactivos y/o productos, cambios de color, grado de exotermicidad, quimioluminiscencia, naturaleza iónica-covalente de la transferencia de electrones durante la ruptura-formación de enlaces, formación de precipitados, etc. La manera tradicional que se presenta en los libros básicos de química, para clasificar las reacciones, se basa en comparar productos y reactivos, así: (a) reacciones de síntesis: los reactivos se combinan y dan una nueva sustancia, (b) reacciones de descomposición: denota el proceso inverso de síntesis, los productos se obtienen escisión molecular de una sustancia, (c) de sustitución: un elemento reemplaza otro en una molécula, (d) de desplazamiento simple o doble, (e) oxidación-reducción: cambios en los estados de oxidación de los reactivos y (f) neutralización o ácido – base: cambia el pH de medio

durante la reacción. (Arbeláez F, Gonzales D, Mondragón C, Peña L, Sánchez M 2010, Chang R 2007)

A continuación hacemos mención especial a las reacciones ácido-base ya que éstas son las que utilizamos en el trabajo de laboratorio con las estudiantes. La forma más sencilla de identificar una reacción ácido-base es a través de sus productos, que son sal y agua: $ácido + base \rightarrow sal + agua$. Si bien esta forma de expresar una reacción es demasiado elemental es común encontrarla en la gran mayoría de textos escolares. (Arbeláez F, et al 2010, Chang, R 2007)

En 1961 fue Robert Boyle propuso clasificar las sustancias químicas como ácidos a partir de características como: sabor que corta la saliva, corrosión de metales y el viraje de indicador a color tornasol; mientras que para las bases se debía tener en cuenta: si dejaban la sensación de resbaladizo o jabonoso y se viran el indicador a color azul (Córdoba J. 1990). Posteriormente se dio una clasificación más fundamental de las sustancias según las teorías de Svante Arrhenius (1884), de Brønsted-Lowry (1923) y la teoría de Lewis (1923). Arrhenius propone que las sustancias que sean ácidos serán aquellas que aumenten la concentración relativa de iones hidronio en el agua, mientras que bases serán las que aumenten la concentración relativa de iones hidroxilo. La teoría de Brønsted-Lowry resuelve algunas dificultades de la propuesta de Arrhenius para las bases y las clasifica como toda sustancia que en disolución acuosa acepta iones hidronio. Pero no todas las sustancias que modifican el pH del agua ceden o aceptan iones hidronio, por tanto G. Lewis, que en 1938, presenta una clasificación más general para los ácidos y las bases, así: ácido es toda sustancia capaz de aceptar pares de electrones, mientras que una base es una sustancia que puede ceder pares de electrones. Veamos un ejemplo: el ion amonio en agua es un ácido, ya que acepta el par de electrones del ion hidroxilo para formar el hidróxido de amonio, mientras que el amoniaco es una base en agua ya que cede un par de electrones para enlazar de manera coordinada el ion hidronio. En la teoría de orbitales moleculares la clasificación propuesta por Lewis implica que las moléculas de los ácidos deben poseer orbitales vacíos para alojar electrones, mientras que las bases deben tener llenos los orbitales

correspondientes, para poder ceder la pareja de electrones libres (Arbeláez F, et al 2010, Chang, R 2007)

En disolución acuosa los ácidos y las bases establecen un equilibrio iónico de disociación y la magnitud de la constante de equilibrio (constante de acidez) permite clasificarlos como fuertes o débiles, ver Tabla 1. Así, el ácido clorhídrico o el ácido nítrico son ácidos fuertes, mientras que el ácido acético o el ácido fórmico con ácidos débiles que se disocian parcialmente en agua. Esto último es de fundamental importancia al estudiar las reacciones ácido-base, ya que la magnitud del cambio en el pH durante la reacción depende directamente de la constante de equilibrio. Los ácidos y bases pueden ser monopróticos, dipróticos, tripróticos o polipróticos. Así, la estequiometría de reacciones ácido-base que involucran sustancias como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el ácido fosfórico o el ácido etilen-diamino tetraacético, demanda especial atención al momento de realizar cálculos químicos ya que se deben plantear correctamente las relaciones estequiométricas. Si bien los cálculos estequiométricos de reacciones ácido-base dependen exclusivamente de que se satisfaga la ley de conservación de la masa, el equilibrio químico es importante para seleccionar correctamente el indicador adecuado para llevar a cabo una valoración experimental de una reacción ácido-base, ver Tabla 2. (Khopkar S 2004 y Skoog D ; West D; Holler F; Crouch S 2005)

Tabla 1 Tabla de constantes de acides de algunos ácidos, en pKa

Nombre del ácido	pK _{a1}	pK _{a2}	pK _{a3}	Nombre del ácido	pK _{a1}	pK _{a2}	pK _{a3}
1-Butanoico	4,81	-----	-----	Ión Piperidinio	11,12	-----	-----
Acético	4,75	-----	-----	Ión Trimetilamonio	9,80	-----	-----
Acetilsalicílico	3,49	-----	-----	Láctico	3,86	-----	-----
Arsénico	2,23	6,95	11,49	Maleico	1,88	6,22	-----
Arsenioso	9,29	-----	-----	Málico	3,45	5,09	-----
Benzoico	4,20	-----	-----	Malónico	2,84	5,69	-----
Bórico	9,23	-----	-----	Mandélico	3,39	-----	-----
Carbónico	6,35	10,32	-----	Nitroso	3,14	-----	-----
Cianhídrico	9,20	-----	-----	orto-Ftálico	2,95	5,40	-----
Cítrico	3,80	4,74	5,40	Oxálico	1,25	4,26	-----
Cloroacético	2,86	-----	-----	Peróxido de Hidrógeno	11,65	-----	-----
Fenol	10,00	-----	-----	Peryódico	1,69	8,30	-----
Fluorhídrico	3,16	-----	-----	Pícrico	0,36	-----	-----
Fórmico	3,74	-----	-----	Pirúvico	2,49	-----	-----
Fosfórico	2,14	7,19	12,34	Propanoico	4,87	-----	-----
Fosforoso	1,52	6,79	-----	Salicílico	2,97	-----	-----
Fumárico	3,05	4,49	-----	Succínico	4,20	5,63	-----
Glicólico	3,83	-----	-----	Sulfámico	0,98	-----	-----
Hidrazoico	4,65	-----	-----	Sulfhídrico	7,01	13,88	-----
Hipocloroso	7,52	-----	-----	Sulfúrico	Fuerte	1,99	-----
Ión Amonio	9,24	-----	-----	Sulfuroso	1,91	7,18	-----
Ión Anilinio	4,60	-----	-----	Tartárico	3,03	4,36	-----
Ión Dimetilamonio	10,77	-----	-----	Tiocianico	0,88	-----	-----
Ión etanolamonio	9,49	-----	-----	Tiosulfúrico	0,52	1,60	-----
Ión Etilamonio	10,63	-----	-----	Tricoloroacético	-0,47	-----	-----
Ión Etilenamonio	6,84	9,92	-----	Yódico	0,76	-----	-----
Ión Hidrazinio	7,97	-----	-----				
Ión Hidroxilamonio	5,95	-----	-----				
Ión Metilamonio	10,63	-----	-----				

Tomado de <https://es-puraquimica.weebly.com/constantes-de-acidez.html>

Tabla 2 Indicadores ácido-base comunes

Indicador Ácido – base	Color forma ácida	Color forma básica	Pk ₁	Zona de viraje (pH)
Azul de timol	Rojo	Amarillo	1.65	1.2 - 2.8
Amarillo de metilo	Rojo	Amarillo	3.2	2.9 – 4.0
-Anaranjado de metilo	Rojo	Amarillo - Anaranjado	3.4	3.1 – 4.4
Verde de bromocresol	Amarillo	Azul	4.9	3.8 – 5.4
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	5.0	4.2 – 6.2
Azul de bromotimol	Amarillo	Azul	7.3	6.0 – 7.6
Rojo de fenol	Amarillo	Rojo	8.0	6.4 – 8.0
Fenoltaleína	Incoloro	Purpura	9.1	8.3 – 10.0
Amarillo de alizarina	Amarillo	Violeta	11.0	10.1 – 12.0

Tomado de https://www.eii.uva.es/~organica/practicas_17-18/tablas.pdf

Los ácidos y bases están presentes en nuestra vida diaria. Por ejemplo, el ácido acético es el componente principal del vinagre, el ácido cítrico está presente en varias bebidas refrescantes, jugos y frutas, el ácido fosfórico es uno de los componentes de las bebidas gaseosas tipo cola, el ácido sulfúrico es componente principal del ácido de

- 22 Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación.

batería de los vehículos, el bicarbonato es de amplio uso doméstico, el amoniaco se utiliza en limpieza y desinfección, el hidróxido de sodio y el carbonato de sodio se usan como destapa-cañerías, etc. Ver Tabla 3. (Córdoba, J 1990; Jiménez, M; López, R; Márquez, M 2010)

Tabla 3 Usos de algunos ácidos y bases comunes

Nombre	Formula	Presente en:
Ácidos		
Ácido acético	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	Vinagre
Ácido ascórbico	$\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$	Aspirina
Ácido cítrico	$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$	Vitamina C
Ácido clorhídrico	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	Jugo de limón y otros cítricos
Ácido Sulfúrico	HCl	Jugos gástricos
Bases		Pilas
Amoniaco	NH_3	Limpiadores domésticos
Hidróxido de calcio	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Cal apagada (para construcción)
Hidróxido de magnesio	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	Antiácido y laxante
Hidróxido de potasio	KOH	Jabón suave
Hidróxido de sodio	NaOH	Limpiadores de tuberías y hornos

Tomado de: <https://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/quimica/reacciones-acido-base/>

2.4 Referente Legal

Tabla 4 Referente Legal.

Norma	Texto	Contexto
Constitución política de Colombia de 1991. Artículo 67	la educación es un derecho fundamental y como tal se debe garantizar	Cumplir con el derecho fundamental de forma diferente
Ley 115 de 1994. Art 20 literal C	Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia.	El trabajo estará basado en ABP y se hará con un contexto cotidiano como la cocina
Ley 115 de 1994. Art 77	Las instituciones gozan de autonomía para las actividades formativas siempre y cuando se encuentren entre los lineamientos del MEN	Al tener autonomía, se puede contribuir a realizar prácticas que mejoren la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades
Ley 115 de 1994. Art 104 literal D	El docente será un orientador y mejorara permanentemente el proceso educativo	Desde el constructivismo modelo base de este trabajo el docente orientara y

		motivara a la apropiación de los conocimientos
Lineamientos de Ciencias Naturales del MEN. Referente Psico – cognitivo	Las analogías son una herramienta que ayuda a comprender un concepto desconocido a partir de otro. Esto ligado a la creatividad.	La analogía se utilizara aprovechando sus bondades para acercar al conocimiento.
Lineamientos de Ciencias Naturales del MEN	Se debe dar herramientas al estudiante para que pueda pasar del lenguaje común al científico	Como se trabajara con sustancias de uso cotidiano, será más factible relacionar lo común con lo científico
Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales	Los estudiantes deben aprender de tal manera que puedan aplicar lo aprendido en cualquier contexto	El ABP se basa en el aprendizaje significativo para aplicar en cualquier contexto
Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales	Los estudiantes deben ser partícipes activos de la formación de su conocimiento	Por la base metodológica del trabajo los estudiantes forman su conocimiento.
Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales	Se debe incentivar al trabajo en equipo para fortalecer el conocimiento por medio de los pares	Se trabajaran con grupos heterogéneos para aprender a partir del otro

2.5 Referente espacial

La intervención se realizó en la Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac, con veinte las estudiantes del grado décimo, que participaron del semillero de química (Ver Población y Muestra). Esta Institución tiene como misión formar a las estudiantes integralmente, teniendo en cuenta el desarrollo del pensamiento crítico, uso adecuado de las TIC y buen uso del tiempo libre, para que cada estudiante forme su proyecto personal y así darle un sentido a su vida.

Su visión es ser una institución que prepare a la mujer para afrontar los retos de la sociedad en busca de una mejor calidad de vida teniendo en cuenta la filosofía y pedagogía de Santa Juana de Lestonnac.

El colegio en este momento no posee un modelo pedagógico claramente definido, se está en la búsqueda de éste, pero se trabaja con un enfoque humanista, el cual se centra en el desarrollo de la identidad, aprendizaje significativo vivencial teniendo en cuenta el contexto, un ambiente basado en el respeto, comprensión y apoyo, además de incentivar

24 Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación.

la creatividad y la autoevaluación, por lo tanto el trabajo que se va a realizar a pesar de ser en otro modelo, no está en conflicto con lo deseado en la institución.

3. Diseño metodológico

3.1 Enfoque

En la investigación cualitativa, de acuerdo con Sampieri, R (2014), los fenómenos de interés son examinados desde la perspectiva de las personas que están involucradas, su medio y el contexto en el cual se desarrolla. Dado que la investigación cualitativa parte de una serie de supuestos, como lo plantea Munarriz (1992), es necesario que el investigador afronte un cambio de paradigmas para la resolución de problemas. En educación, la investigación cualitativa es un eje dinamizador de la acción pedagógica, de modo que ésta llevada a cabo por el docente en la escuela lo orienta a renovar constantemente su praxis pedagógica. (Durango, Z 2015).

En este trabajo utilizaremos el método investigación-acción, enmarcado en la investigación cualitativa, para analizar la relación entre las acciones de las estudiantes y sus propuestas hacia la resolución de problemas prácticos (Munarriz 1992), Bausela (2002). Como técnicas e instrumentos para la recolección de información se utilizó los diarios de campo, para así llevar un registro testimonial de la práctica pedagógica por parte del docente y hacer un análisis permanente de la información consignada que permita tomar acciones oportunas hacia la modificación de las prácticas pedagógicas en el aula. Igualmente se utilizó los talleres de aula, para hacer un trabajo individual y grupal con las estudiantes, para así obtener información relacionada con los saberes previos, nivel de apropiación del conocimiento científico, aprendizaje nuevo y experiencias de las estudiantes. Finalmente, también se hizo uso de la entrevista a grupos focales para identificar problemas, intereses, preocupaciones y grado de satisfacción de las participantes (Carrizosa, E; Sánchez, A 2015).

3.2 Método

El método inductivo propone que la creación o adquisición de conocimiento sigue una secuencia de eventos que van de lo particular a lo más general, por ejemplo, el análisis de casos suele basarse de la observación-experimentación de hechos o acciones concretas, a partir de los cuales se plantean conclusiones generales. La implementación de la estrategia de aula basa en el ABP permite recrear situaciones reales, por ejemplo, determinación experimental de la concentración de una sustancia en un producto comercial, de modo que las estudiantes que participan del proceso de resolución del problema deben seguir una secuencia de pasos que las lleva desde la toma de decisiones, recolección de datos, análisis crítico de la información, abstracción y generalización (Vargas, A 2009).

Por parte del docente de aula, para poder guiar la implementación del ABP, fue necesario establecer el nivel de razonamiento lógico, de interpretación, de abstracción y de conocimientos químicos básicos de las estudiantes. La identificación del conjunto de conceptos y saberes previos de las estudiantes permitió diseñar actividades de aula que ayudaran a forjar un conocimiento científico-académico más estructurado en las estudiantes; el anclaje de nuevo conocimiento, sobre un conocimiento previo o pre-existente, se hace más significativo en la medida en que este se encuentre dentro de una mayor estructuración mental, así se facilitara una construcción conceptual científica de mayor rigurosidad.

Para llevar a cabo la intervención en el aula se conformaron cinco equipos de trabajo, cada uno de cuatro estudiantes. A las integrantes de cada equipo se asignaron roles de secretaria y administración de materiales, animadora y portavoz, coordinadora y controladora del tiempo y verificadora de la comprensión. Para permitir una mejor participación, y que todas asumieran diferentes responsabilidades y compromisos, estos roles cambiaban con las diferentes actividades programadas en la estrategia de aula. Cada equipo de trabajo se identificó con el nombre de una mujer influyente en la química,

esto con el fin de que tuviera un estandarte y se posesionara del trabajo realizado por cada una de ellas.

Cada una de las etapas desarrollada en la estrategia se describe en las siguientes subsecciones.

3.2.1 Prueba diagnóstica

Ya se ha mencionado que el estudio de la estequiometría demanda una serie de razonamientos lógico-matemáticos, lo que hace que su aprendizaje tenga cierto grado de dificultad y abstracción. Por tanto, aparte de un mínimo de conceptos básicos de la química y de las reacciones ácido – base, se requiere identificar en las estudiantes unos saberes previos hacia el razonamiento y análisis de la información enmarcados en el contexto de la estequiometría: relaciones, proporciones, conversiones, equivalencias, ya que estas son la base para la comprensión y análisis de este tipo de problemas.

Se diseñó una primera prueba diagnóstica de ocho preguntas; preguntas con respuesta abierta y cerrada, preguntas con resultados numéricos y preguntas de comprensión de un problema (ver Anexo A).

3.2.2 Prueba de Nivelación

Después de la prueba diagnóstica se llevó a cabo una retroalimentación de la misma, pidiéndoles a las estudiantes que indicaran las dificultades, tanto conceptuales como prácticas que tuvieron. Posteriormente el docente realizó una intervención dirigida de aula, indagando en las estudiantes acerca de los conceptos de reacción y neutralización, aclarando y ampliando los conceptos necesarios.

A partir de esta intervención docente, se desarrolló una actividad dirigida a identificar la apropiación conceptual de las estudiantes (ver Anexo B).

3.2.3 Intervención en el aula

Posterior a las actividades de nivelación se estructuró una intervención de aula, teniendo en cuenta promover la participación activa de las estudiantes en su procesos de aprendizaje, desde el constructivismo social - cultural y el APB, por lo que se definen dos guías de trabajo para que los grupos de trabajo se enfrenten a la resolución de problemas cotidianos con el uso de productos comerciales que pueden encontrar en sus hogares.

La primera guía de intervención, (ver Anexo C), se desarrolló a través de cinco actividades que se abordaron en varias secciones. En la guía se plantean una serie de problemas, para los que los grupos de trabajo deben hacer consultas, análisis, discusión, propuesta de solución y finalmente los cálculos estequiométricos.

En la segunda guía de intervención, (Ver Anexo D), se plantean experiencias en el laboratorio para llevar a cabo titulaciones ácido – base.

3.2.4 Actividad Evaluativa Final

La actividad evaluativa final se dividió en dos exámenes cortos, (Ver anexo E y F), que se aplicaron a todas las estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa, tanto a las que participaron en los grupos de trabajo como a las que no, esto con el propósito de contrastar diferencias en los procesos de aprendizaje.

En la primera evaluación se plantea una reacción ácido – base y en la segunda cálculos estequiométricos.

3.3 Instrumentos de recolección de la información y análisis de la información

Como fuentes primarias a utilizar para la recolección de la información se utilizaron los diarios de campo, ya estos posibilitan el registro de la praxis del docente, además que ayudan a que el maestro en su reflexión pueda repensar sus prácticas en el aula. Así mismo, los talleres, pre – informes, informes y trabajo en el laboratorio, fueron de gran valor ya que ayudaron a obtener información del grado de apropiación del conocimiento, aprendizajes y experiencias de los estudiantes. Por último, se realizaron entrevistas las cuales permitieron identificar las dificultades, inquietudes y sugerencias, para así poder crear o renovar las prácticas o estrategias propuestas.

En el transcurso de la implementación del proyecto se sistematizó la experiencia, entendida en algunas disciplinas como un proceso de clasificar y ordenar datos e información (Jara, O 2006), para a partir de esta, realizar una reflexión crítica de las actividades llevadas a cabo y así poder considerar la trascendencia de la práctica desarrollada en el aula e identificar el alcance de esta.

3.4 Población y muestra

El presente estudio se llevó a cabo en la Institución Educativa Santa Juana de Lestonnac, institución femenina de carácter oficial ubicada en el barrio Pedregal, de la comuna 6 de la ciudad de Medellín. Entre las estudiantes de grado decimo de esta institución educativa, se conformó un equipo de trabajo (semillero de química) compuesto por 20 estudiantes con edades entre los 15 y 18 años, cuya participación era voluntaria y con autorización de los padres de familia.

3.5 Delimitación y alcance

En este trabajo se abordó la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría, en particular las reacciones ácido-base, utilizando el ABP como herramienta de exploración, siempre dentro del contexto de la cotidianidad.

La propuesta se desarrolló en un periodo de diez meses. En los primeros cuatro meses se programaron actividades en las clases de química en la jornada escolar, periodo en el cual se identificaron los aspectos en los que las estudiantes presentaban mayor dificultad. En los seis meses siguientes se adelantaron las actividades propuestas en esta estrategia de aula, con una frecuencia semanal de tres horas en jornada contraria.

3.6 Cronograma

Tabla 5 Cronograma de desarrollo de la propuesta

Fase	Objetivos	Actividades
Fase 1: Caracterización	Identificar y caracterizar la metodología para la enseñanza de la estequiometría a partir del ABP y la experimentación	1.1. Revisión bibliográfica acerca del constructivismo 1.2. Revisión bibliográfica sobre el aprendizaje basado en problemas 1.3. Revisión bibliográfica de los documentos del MEN enfocados a los estándares de la enseñanza de la estequiometría 1.4. Fabricación y construcción de actividades diagnosticas 1.5. Análisis de actividades de diagnosticas
Fase 2: Diseño	Construir actividades tanto talleres como laboratorios para con base en el constructivismo socio – cultural y el ABP	2.1. Diseño y construcción de actividades de nivelación 2.2. Análisis de actividades de nivelación 2.3. Diseño y construcción de guías de reacciones ácido – base en contextos cotidianos 2.4. Diseño y construcción de guía de laboratorio sobre reacciones ácido - base
Fase 3: Intervención en el aula	Aplicar las actividades propuestas por medio de método de caso	3.1. Desarrollo guía de reacciones acido base en contextos cotidianos. 3.2. Desarrollo gua de laboratorio sobre reacciones acido - base

Fase 4: Evaluación	Evaluar el desempeño del proyecto de aula por medio de método de caso	4.1. Análisis de resultados obtenidos en las actividades de la primera guía 4.2. Análisis de resultados obtenidos en la actividad de la guía de laboratorio 4.3. Construcción y aplicación de actividad evaluativa final
Fase 5: Conclusiones y recomendaciones	Determinar el alcance teniendo en cuenta los objetivos propuestos y la profundización del proyecto de aula	5.1 Conclusiones 5.2 Recomendaciones

4. Resultados

4.1 Análisis prueba diagnóstica

El contenido de la prueba diagnóstica se puede ver en el Anexo A.

Pregunta 1: es una con respuesta cerrada. Se da información gráfica de la equivalencia en masa entre diferentes figuras geométricas, guiados por el equilibrio mecánico de una balanza. Se debe analizar la información para establecer equivalencias en masa entre figuras geométricas y así poder resolver el problema planteado.

Se tienen cuatro balanzas, de las cuales tres están en equilibrio. Todas tienen un punto de apoyo en la mitad de la barra. Cuantos triángulos, bolas y rectángulos que se requieren para equilibrar la cuarta balanza

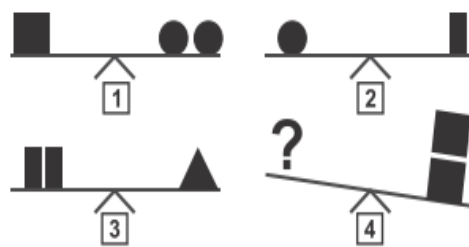


Figura 1. Pregunta número 1 Prueba diagnóstica

Los resultados de esta pregunta se observan en la Figura 2, es claro que las estudiantes no tienen dificultad para hacer el análisis interpretativo de la información y así pueden resolver el problema planteado, además que implícitamente están haciendo uso del concepto de equilibrio mecánico.

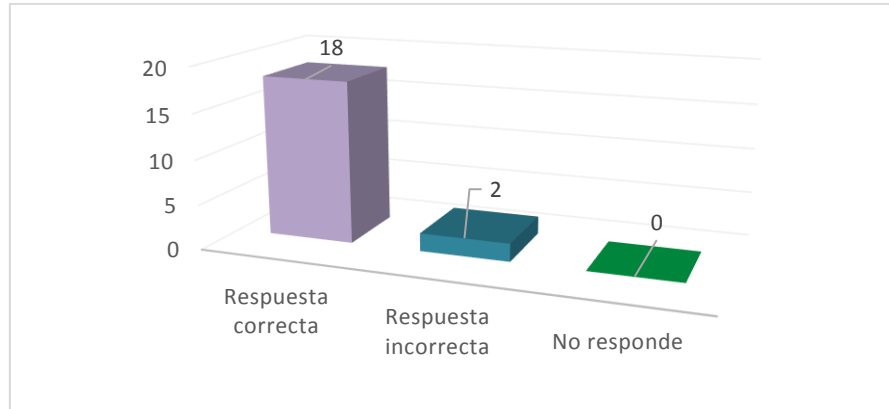


Figura 2 Se ilustra en barras el número de estudiantes que respondieron correctamente la pregunta 1 de la prueba diagnóstica (barra en color morado).

Pregunta 2: se plantea como pregunta cerrada. Se plantea como problema una situación de análisis matemático básico, en el cual el estudiante completar una matriz que se conoce como cuadro mágico. Utilizando los números del 1 al 9, y sin repetir ningún número en la matriz, la suma de los números en las filas y en las columnas debe satisfacer la cantidad que se muestra. Desde la cual se puede apreciar la capacidad para realizar cálculos numéricos y la comprensión de conceptos matemáticos en la solución de problemas; recursos que son fundamentales en la resolución de situaciones químicas.

Usando los números del 1 al 9 y sin repetir, obtener las sumas horizontales y verticales que corresponden a los resultados que aparecen en cada cuadro

			18
			12
			15
14	15	16	

Figura 3 Pregunta número 2 Prueba diagnóstica

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para esta pregunta. Las estudiantes no tuvieron dificultad en analizar el problema, cumpliendo satisfactoriamente con una competencia interpretativa de dificultad media. Las estudiantes comunicaron que resolvieron el problema por tanteo, es decir asumían una respuesta, verificaban su veracidad y luego continuaban con la otra línea hasta completar el cuadro.

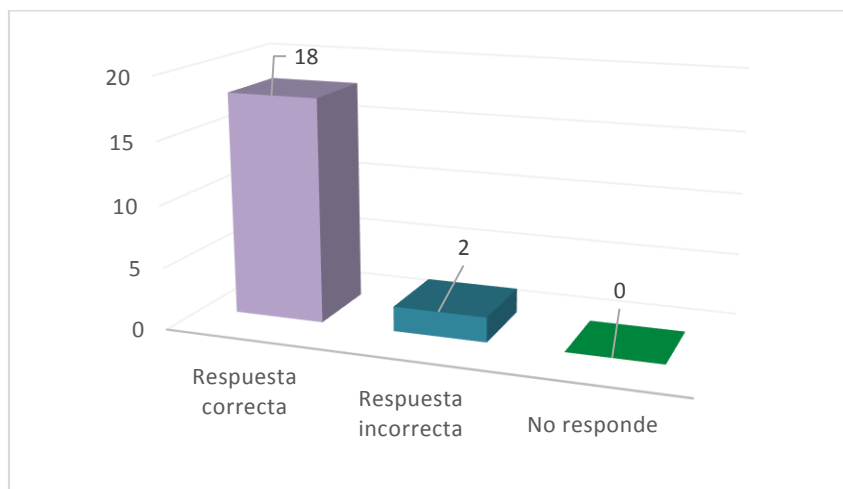


Figura 4 Se muestran en barras el número de estudiantes que respondió correctamente la pregunta 2 de la prueba diagnóstica (barra en color morado).

Pregunta 3: Se plantea un problema con solución única. Para llegar a la solución hay que interpretar la información dada en las imágenes y hacer un análisis argumentativo de complejidad media. Este tipo de problema es un desafío al manejo que tienen las estudiantes de los conceptos básicos de química, ya que no solo se limita a proponer una relación estequiométrica, sino que el concepto de reactivo límite también está involucrado. El problema recrea de manera simbólica una ecuación de reacción química, donde en el cuadro a la izquierda los cuadrados y círculos negros son los reactivos, mientras que en cuadrado de la derecha las agrupaciones corresponden a los productos.

Tengo dos sustancias Y (\square) y X (\bullet). Su reacción se describe en el siguiente diagrama.
¿Cuál sería la ecuación que describiría mejor la reacción? Justifica tu respuesta

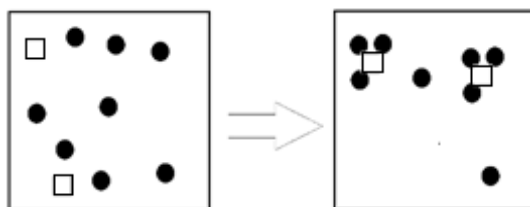


Figura 5 Pregunta número 3 Prueba diagnóstica

En la Figura 6 se muestra el resultado obtenido para esta pregunta. Las estudiantes no lograron resolver el problema y expresaron que no pudieron encontrar una relación

estequiométrica entre las dos imágenes. Su dificultad radica principalmente en que las estudiantes están acostumbradas a ver las reacciones como ecuaciones, y en esta pregunta se tenía que interpretar las figuras para obtener la reacción.

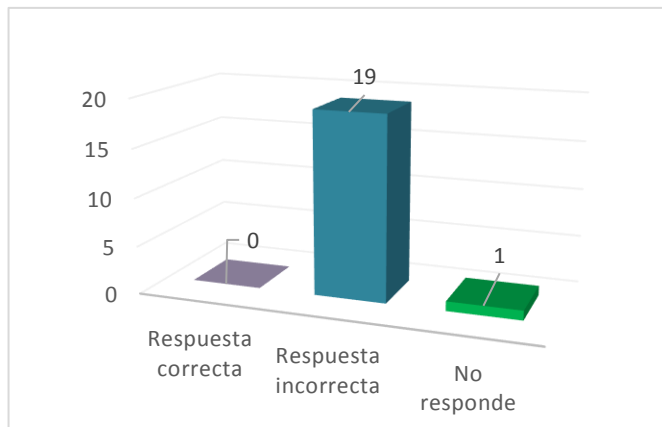
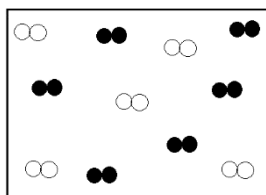


Figura 6 Respuestas dadas por las estudiantes al pregunta 3. En barra de color azul turquesa se muestra que la totalidad de las respuestas son incorrectas.

Pregunta 4: Se plantea una pregunta de respuesta cerrada. La situación problema planteada es similar a la de la pregunta 3, pero en esta pregunta se les da la reacción y se les pide que a partir de una imagen que recrea la cantidad inicial de reactivos, identifiquen cuál sería el producto de reacción obtenido. En esta situación problema el estudiante debe interpretar con complejidad media la información dada, para que haga un análisis estequiométrico que le permita relacionar la cantidad inicial de reactivos con la ecuación química.

Tengo la siguiente reacción $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$. Si tengo una mezcla de Hidrogeno y Cloro en un recipiente cerrado como se muestra en la siguiente figura:

Donde las bolas negras representan el cloro y las blancas el hidrogeno



¿Cuál de las siguientes figuras representa mejor la mezcla final? Justifica tu respuesta

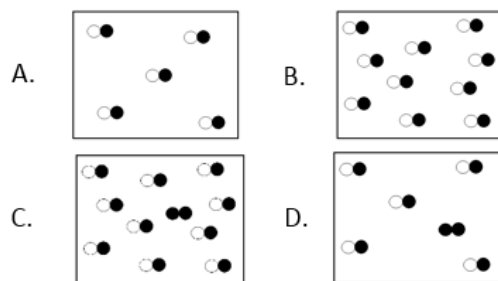


Figura 7 Pregunta número 4 Prueba diagnostica

En la Figura 8 se muestran los resultados obtenidos. Las estudiantes, en alto porcentaje, dieron la respuesta correcta al problema. A pesar de la similitud con la pregunta 3, las estudiantes manifestaron que les resultó más fácil seleccionar la respuesta de un conjunto de opciones, que resolver el problema construyendo la respuesta en su totalidad, además en la pregunta número 4, mostraba tanto la reacción en forma de ecuación como la figura que lo representaba, lo que hacía más fácil realizar la similitud.

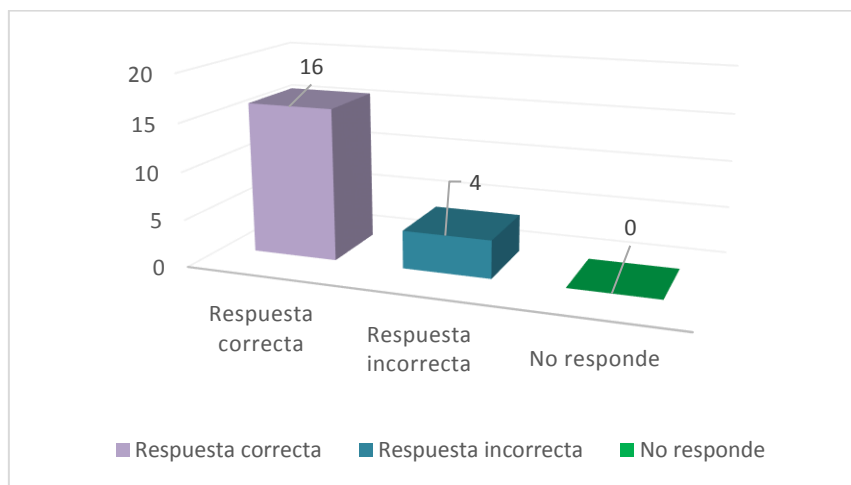


Figura 8 Resultados obtenidos para pregunta 4. En barra de color morado el número de respuestas correctas y en barra de color azul turquesa el número de respuestas incorrectas.

Pregunta 5: Esta pregunta propone una secuencia lógica. Este tipo de problemas son populares y demandan en el estudiante hacer un análisis de una secuencia lógica regida por un principio de acción físico, la gravedad.

Tomada de: <http://www.lasexta.com>

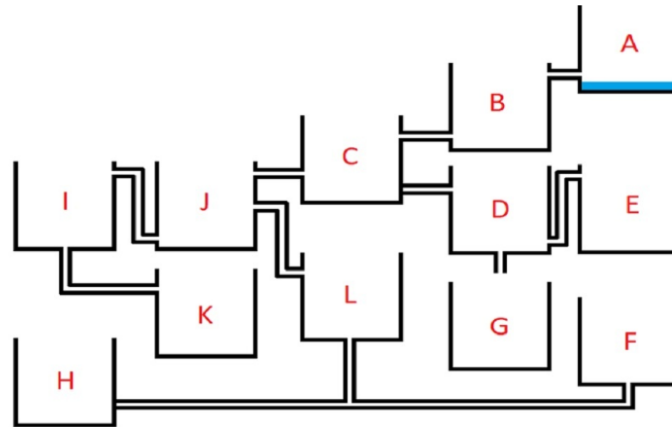


Figura 9. Pregunta número 5 prueba diagnóstica

En la Figura 10 se muestra el resultado obtenido. Las estudiantes resolvieron el problema sin dificultad, mostrando que hicieron un análisis interpretativo de complejidad baja de la información suministrada en la imagen. Las respuestas incorrectas se atribuyeron a distracciones al observar la imagen, ya que no vieron que uno de los trayectos encontraba obstruido.

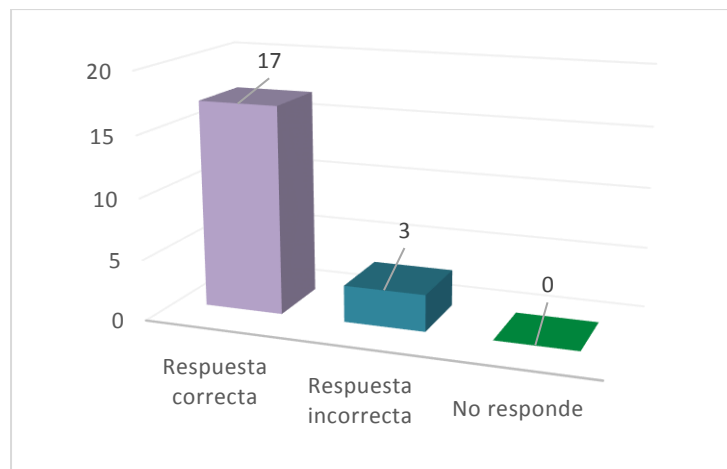


Figura 10 Resultados a la pregunta 5. En barra de color morado el número de respuestas correctas.

Pregunta 6: Pregunta de respuesta cerrada. El problema plantea encontrar cuatro números del uno al nueve, de tal manera que al ponerlos sobre la balanza, escogiendo ya sea uno de los números o hasta los cuatro (sin repetir) al sumarlos den como resultado algún número del uno al quince. El principio que debe satisfacer la solución es el equilibrio mecánico.

Un comerciante dispone de una balanza de dos platillos y cuatro pesas distintas como se muestra en la figura. Estas pesas son tales que le permite pesar cualquier número entero en kilogramos entre 1 y 15. Si solo debe haber pesas en uno de los platillos, es decir en uno de los lados de la balanza. ¿Cuánto debe pesar cada pesa? Justifica tu respuesta.



Figura 11. Pregunta número 6 Prueba diagnóstica

En la Figura 12 se muestra el resultado obtenido. Aunque la mayoría responden acertadamente, durante la retroalimentación en el aula las estudiantes manifiestan que la solución no tuvo un proceso lógico, sino que de acuerdo a las opciones de respuestas que tenían verificaban que cumpliera con las condiciones iniciales dadas, descartando así las respuestas incorrectas, es decir, fue un proceso de tanteo y error.

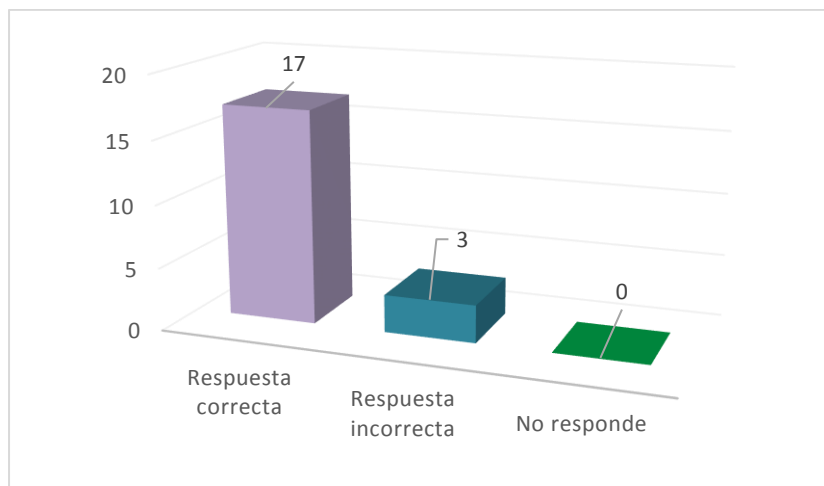


Figura 12 Resultados para la pregunta 6.

Pregunta 7: Se plantea una situación, de respuesta abierta y de análisis lógico. A nivel conceptual se desafían los conocimientos de las estudiantes con respecto a la naturaleza de la materia. El hecho de que la imagen se muestren figuras geométricas idénticas, esto no implica que tengan la misma masa.

Teniendo en cuenta la siguiente figura. Es posible que la balanza se encuentre equilibrada. Justifica tu respuesta

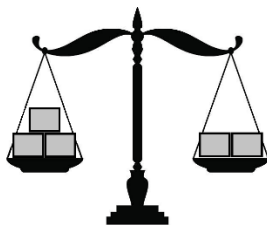


Figura 13. Pregunta número 7 Prueba diagnóstica

En la Figura 14 se muestran los resultados y se observa que las estudiantes hicieron un análisis lógico guiado por los fundamentos de la química para contestar afirmativamente que es posible que la balanza esté en equilibrio mecánico. Dos estudiantes respondieron que no era posible, porque según la imagen la balanza tiene la misma figura a ambos lados, pero en cantidades diferentes. Para contestar la pregunta de forma acertada, se debía inferir que a pesar de que los cubos tienen el mismo color y el

mismo tamaño, necesariamente no tienen que ser del mismo material, lo cual hace que sus propiedades sean diferentes y hagan posible el equilibrio mostrado en la figura.

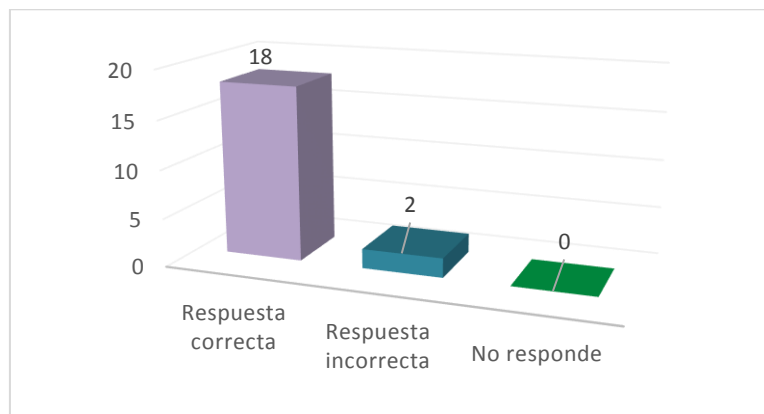


Figura 14 Resultados pregunta 7

Pregunta 8: Pregunta abierta. Se indaga por conceptos previos relacionados con los términos “reacción” y “neutralización”. Estas fueron algunas de las respuestas dadas:

Reacción:

- Es el producto de la suma de dos o más sustancias
- Es lo que sucede después de que algo pasa
- Juntar dos elementos
- Cuando una persona reacciona a mi comentario frente a algo
- Es lo que sucede al juntarse dos o más sustancias
- Manera en que se comportan dos o más sustancias al estar juntas
- Resultado ante una acción
- Sustancia que hace que la otra se active
- Es un proceso entre dos o más sustancias que se transforman en otra
- El cambio o la manera de cambio de un compuesto al juntarse con otros

Neutralización:

- Cuando se forma una sal y agua de dos compuestos
- Algo que es independiente

- Es un proceso que no pasa nada entre las sustancias
- Algo que sirve para parar
- Algo neutro, que no hace nada
- Es un tipo de reacción que al mezclar se produce sal y agua
- No afecta nada
- Es cuando algo queda neutro, sin carga, igual
- Es cuando un ambiente esta calmado

Las anteriores respuestas muestran que las estudiantes reconocen los términos pero que sus construcciones mentales son difusas. Para esta pregunta no se pidió que la respuesta estuviera relacionada con la química, sino con el concepto en general.

4.2 Análisis Prueba de Nivelación

Inicialmente el docente realizó una intervención de aula para resolver las dudas y deficiencias encontradas durante la prueba de indagación. Así, se les explicó al grupo de estudiantes los fundamentos de la estequiometría, tanto a nivel de representación molecular como de ecuaciones químicas. También se les explicaron los conceptos de reactivo límite, ecuación química balanceada, funciones químicas y clasificación de las reacciones.

La prueba de nivelación se diseñó, para que a partir de agrupaciones de figuras geométricas los grupos de estudiantes propongan ecuaciones químicas que las representen. Este tipo de preguntas evalúan una competencia argumentativa de complejidad alta, ya que la solución demanda plantear correctamente la configuración inicial de las figuras geométricas (sustancias reactivos), identificación de funciones químicas y reactivo límite (Ver anexo B).

Los resultados de la prueba de nivelación se muestran en la Figura 15. Se observa que las estudiantes resolvieron todas las preguntas planteadas, demostrando dominio conceptual de los aspectos que involucran la estequiometría. La transición de la prueba diagnóstica a la prueba de nivelación, pasando por la actividad de intervención docente y

retroalimentación, les permitió a las estudiantes apropiarse significativamente de las relaciones estequiométricas.

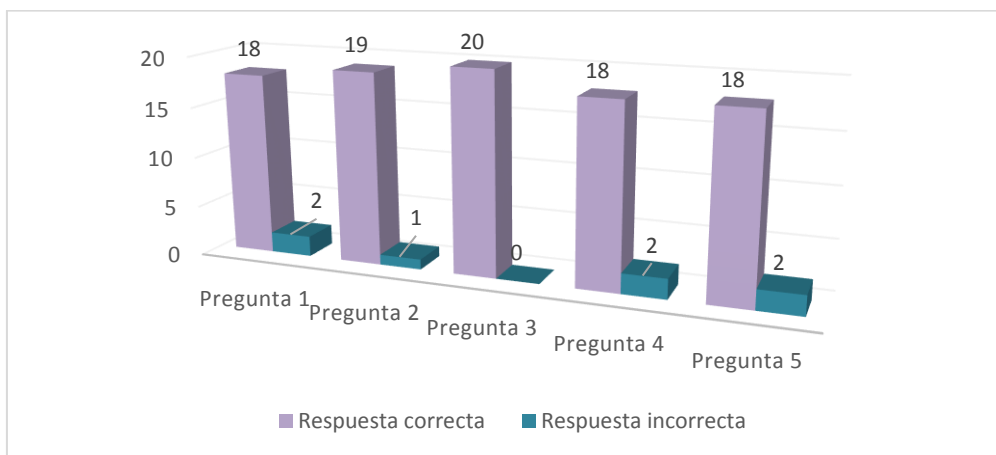


Figura 15 Resultados prueba de nivelación

4.3 Intervención en el aula

Las actividades de intervención en el aula se planean para grupos de trabajo de estudiantes, como ya se mencionó anteriormente.

4.3.1 Desarrollo guía de reacciones ácido-base en contextos cotidianos

Se diseñó una guía de trabajo para los grupos de estudiantes, en la que bajo la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, deben afrontar problemas de estequiometría contextualizados en las reacciones de neutralización ácido-base, así deben: consultar, analizar, clasificar, balancear y manipular.

La guía está compuesta de cinco actividades (Ver anexo C).

En la primera actividad los grupos de trabajo deben clasificar los ácidos dados en monopróticos, dipróticos y polipróticos, luego de realizar una lectura de que es un ácido y la explicación de esta clasificación.



Figura 16 Estudiantes trabajan en grupo durante la actividad 1

En la segunda actividad se les da como información los reactivos de una reacción de neutralización, el grupo de estudiantes debe analizar y proponer qué productos de reacción se obtienen y luego escribir una ecuación de reacción química debidamente balanceada.



Figura 17 Grupos de estudiantes realizan la actividad 2

En la tercera actividad se realizaron consultas de información. Los grupos de estudiantes deben indagar sobre los usos de las sustancias ácidos y bases en productos comerciales, particularmente aquellos que hacen presencia en la cocina.

En la cuarta actividad se utilizó una herramienta virtual para reconocer el procedimiento de titulación en un laboratorio (https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html).

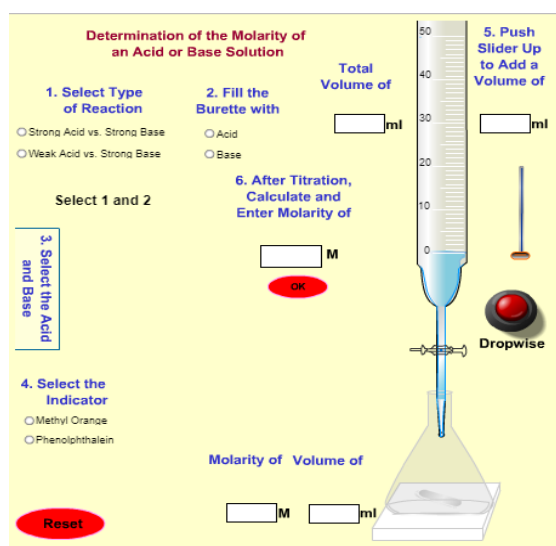


Figura 18 Simulador virtual de una titulación (https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html).

Las estudiantes interactúan con el simulador para seleccionar la fuerza del ácido, la sustancia a valorar y el indicador. Esta actividad promueve la discusión en el grupo para comprender cómo cada una de las decisiones tomadas influye en el proceso de valoración.

Finalmente, para la quinta actividad los grupos deben realizar la valoración de un sistema ácido-base haciendo uso del simulador. Deben realizar todas las operaciones estequiométricas para comprobar que el resultado de la simulación está acorde con los cálculos estequiométricos realizados por ellos. Esta actividad resulta de especial interés para las estudiantes, ya que mediante un proceso de retroalimentación y debate continuo comprueban que el simulador es una herramienta valiosa que las apoya en su proceso de aprendizaje.

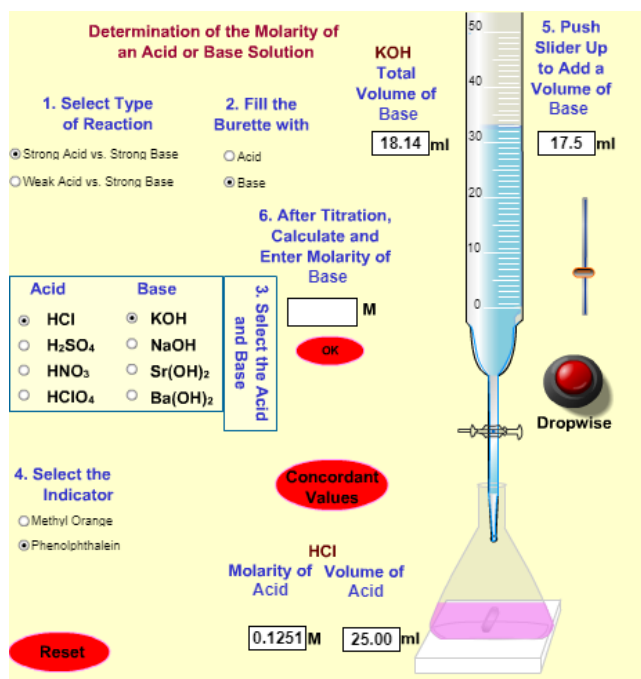


Figura 19 simulación desarrollada de titulación en la página virtual: https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html.

Por ejemplo, en la Figura 19 se observa que un grupo de estudiantes realizó la valoración de 25.00 mL de ácido clorhídrico de concentración 0.1251 M, para lo cual descargó de la bureta 18.14 mL de hidróxido de potasio en presencia del indicador

fenolftaleína. A continuación mostramos las operaciones estequiométricas realizadas por las estudiantes:

- ✓ Ecuación de reacción química: $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$
- ✓ Luego teniendo en cuenta los datos: $[HCl] = 0.1251 \text{ M}$ y $V = 25 \text{ ml} = 0.025 \text{ L}$, calculan las moles de ácido presentes:
$$\text{moles de HCl} = 0.1251 \text{ M} * 0.025 \text{ L} = 0.0031 \text{ moles de HCl}$$
- ✓ A continuación por estequiometría de la ecuación química calculan las moles de base gastadas:
$$0.0031 \text{ moles de HCl} * \frac{1 \text{ mol de KOH}}{1 \text{ mol de HCl}} = 0.0031 \text{ moles de KOH}$$
- ✓ Finalmente calculan la concentración de base según el volumen descargado de la bureta: $[KOH] = \frac{0.0031 \text{ moles de KOH}}{0.018} = 0.17 \text{ M}$

El valor de la concentración de base calculado a partir de la simulación de la titulación se introduce en el simulador, ver Figura 20, y se activa el botón OK de color rojo indicándoles que el resultado es correcto.

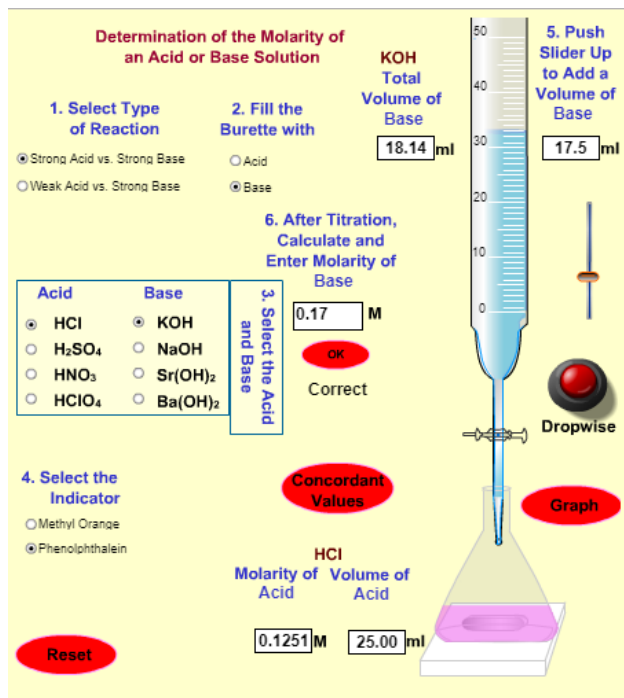


Figura 20 Verificación del resultado de la valoración del sistema ácido-base HCl-KOH: https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html.

Durante el desarrollo de todas las cinco actividades anteriores las estudiantes pudieron discutir ampliamente sobre los fundamentos estequiométricos de las valoraciones ácido-base. La experiencia con el simulador fue bastante satisfactoria, ya que probaron diferentes sistemas ácido-base, realizaron los cálculos, corrigieron, repitieron y aprendieron.

4.3.2 Desarrollo guía experimental de laboratorio sobre reacciones ácido - base

La última guía de intervenciones en el aula corresponde a un trabajo experimental en el laboratorio, Ver anexo D. Una vez asignado el tema los grupos tenían que adelantar actividades de consulta para elaborar un pre-informe, el cual debía contener las fichas de seguridad de los reactivos a utilizar y un diagrama de flujo para el experimento en el laboratorio. Una vez se les revisó y aprobó el pre-informe debían asistir al laboratorio para realizar el montaje experimental.

El tema asignado para el laboratorio corresponde a una titulación ácido-base, donde los reactivos a utilizar son: ácido cítrico de origen natural (tomado de zumo de limón natural de dos tipos diferentes, mandarino y Tahití), ácido acético de un producto comercial (vinagre), hidróxido de sodio y carbonato de sodio, y como indicador fenolftaleína. A partir de los reactivos debían preparar 500 mL de soluciones de hidróxido de sodio y de carbonato de sodio de concentración 0.5 M. Lo siguientes fueron los cálculos realizados:

$$\begin{aligned} \text{moles de NaOH} &= 0.5M * 0.5L = 0.25 \text{ moles} \\ 0.25 \text{ mol NaOH} * \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} &= 10 \text{ g NaOH} \end{aligned}$$

Las soluciones problema de los ácidos se prepararon de la siguiente manera: 10 mL de zumo de limón se mezclaron con 50 mL de agua destilada y 10 mL de vinagre se mezclaron con 50 mL de agua destilada.



Figura 21 Etapa de implementación del montaje experimental en el laboratorio

Una vez tuvieron las soluciones preparadas, la base como valorante y el ácido como analito o solución problema, procedieron a realizar el montaje experimental para la titulación, ver Figura 22. A cada grupo de trabajo se les asignaron diferentes cantidades de analito a valorar y se les pidió que realizaran cada titulación por duplicado.



Figura 22 Montaje de laboratorio

Luego de realizar las titulaciones realizaron los cálculos necesarios para hallar las concentraciones de los ácidos.

4.4 Análisis de resultados

4.4.1 Primera guía

En Figura 23 observamos los resultados de la primera actividad, correspondiente a la clasificación práctica de los ácidos. Las estudiantes afirmaron que “era un trabajo en general sencillo”, ya que a partir de la explicación dada en la guía, se podía inferir como realizar los ejercicios. Este resultado nos muestra que hay una adecuada competencia interpretativa de la nomenclatura y simbología de la química.

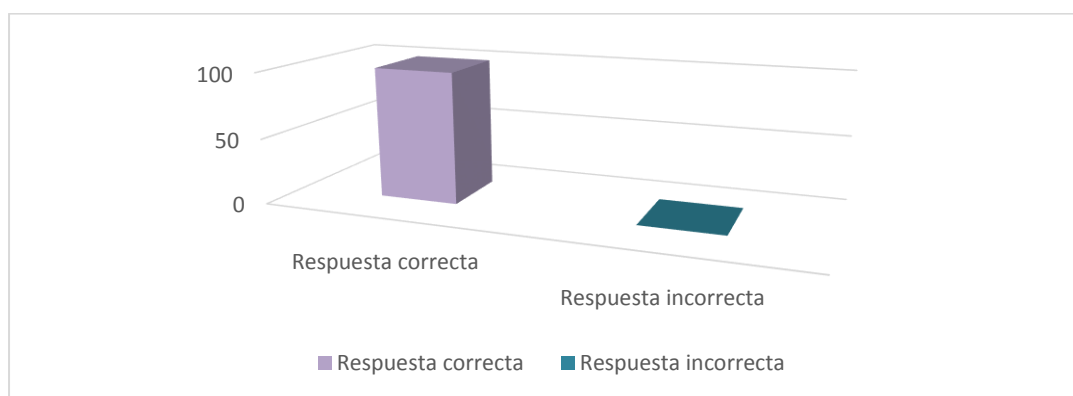


Figura 23 Resultados de la primera actividad de clasificación práctica de los ácidos

Para la segunda actividad de esta primera guía, los resultados se muestran en la Figura 24. Se observa que la estequiometría de ecuaciones químicas para los sistemas ácido-base fuerte no representa ninguna dificultad para las estudiantes, sin embargo para los ácidos débiles se presenta cierta confusión al momento de hacer el balanceo de la ecuación de reacción, como pasó con las reacciones 4 y 5. Este resultado es esperado, ya que el equilibrio químico es el fundamento de la clasificación de los ácidos como fuertes o débiles, y esta temática no se estudia a profundidad en el currículo de las clases de química. Lo importante es que las estudiantes comprendieron que el balanceo de ecuaciones químicas, es decir los aspectos de la estequiometría, son independientes de la fuerza ácida o básica de las sustancias químicas.

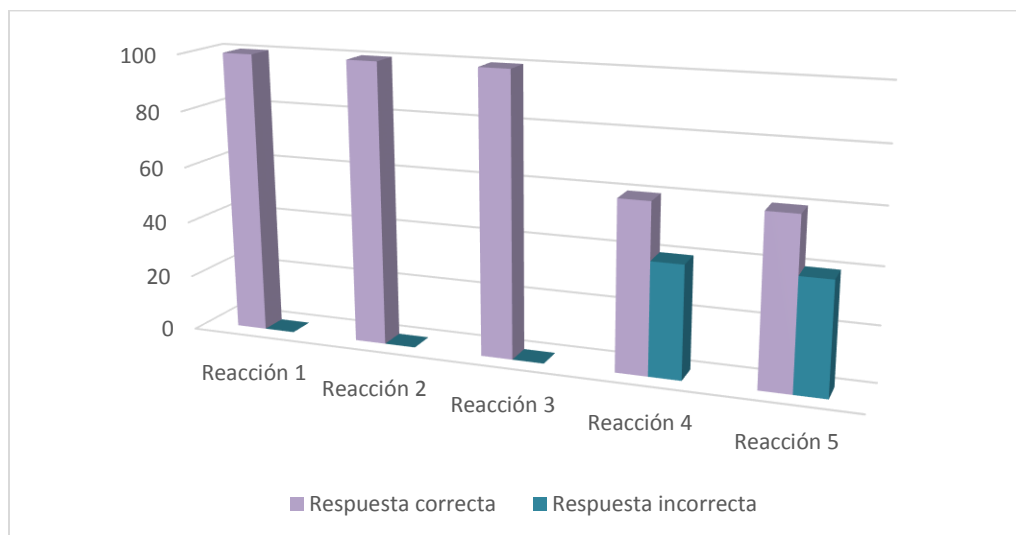


Figura 24 Resultados de la actividad 2

Como resultado de la tercera actividad se hizo una discusión y retroalimentación en grupo de la información consultada para la presencia de ácidos en productos comerciales de uso doméstico. El comentario común dado por las estudiantes es que no se imaginaron que tantos productos comerciales tuvieron como agente activo una sustancia de carácter ácido o básico. Igualmente destacan la importancia de ser conscientes de esta información y de lo que están estudiando en el aula de clase, ya que les permitirá tomar acciones objetivas en caso de presentarse alguna emergencia con los productos comerciales.

En las actividades 4 y 5 de esta guía los grupos de trabajo utilizaron el simulador virtual para estudiar la titulación de un grupo de reacciones ácido-base. A todos los grupos se les asignó el mismo grupo de reacciones pero se variaron las concentraciones de reactivos. En la actividad 4 las estudiantes se familiarizaron con el manejo del simulador, era la primera vez que utilizaban uno como herramienta de aprendizaje, y de manera grupal se resolvieron todas las inquietudes. Durante la actividad 5 trabajaron el simulador para hacer las titulaciones, luego realizar los cálculos estequiométricos de las concentraciones y finalmente verificaron si el resultado obtenido era el correcto. En las Tablas 3, 4 y 5 se muestran los resultados obtenidos en esta actividad. De las tablas 3 y 4 observamos que los grupos no tuvieron dificultad para identificar los productos de reacción y escribir la ecuación química balanceada. Sin embargo, en la Tabla 5 se

observa que hubo más dificultad al momento de realizar los cálculos estequiométricos de las concentraciones. En este último se observó que en cada grupo las estudiantes discutían con frecuencia sobre si lo que estaban realizando era lo correcto, y a pesar de que el simulador les indicaba si el resultado ingresado estaba bien, algunos grupos no lograron resolver internamente las dudas, a pesar del continuo acompañamiento del docente como orientador del proceso.

Tabla 6 Resultado de la identificación de reactivos y productos de la reacción estudiada con el simulador virtual: C es para correcto, I para incorrecto.

		Formación de la reacción									
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
		C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
Reacción 1		x		X		x		x		x	
Reacción 2		x		X		x		x		x	
Reacción 3		x		x		x		x			x
Reacción 4		x		x			x	x		x	

Tabla 7. Resultado del balance de la reacción asignada para ser estudiada con el simulador: C es para correcto, I para incorrecto.

		Balance de la reacción									
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
		C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
Reacción 1		x		x		x		x		x	
Reacción 2		x		x		x		x		x	
Reacción 3		x		x		x		x			x
Reacción 4		x		x			x	x		x	

Tabla 8 Resultado de los cálculos de la concentración después de realizar la titulación con el simulador virtual: C es para correcto, I para incorrecto.

		Cálculos									
		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
		C	I	C	I	C	I	C	I	C	I
Reacción 1		x		x			x	x		x	
Reacción 2			x	x		x		x		x	
Reacción 3		x		x		x		x			x

Reacción 4	x		x			x	x		x	
------------	---	--	---	--	--	---	---	--	---	--

4.4.2 Segunda guía: trabajo experimental en el laboratorio

Para realizar la valoración de las soluciones problema de ácidos se decidió utilizar como indicador fenolftaleína para la detección del punto final y como soluciones con concentración conocida hidróxido de sodio o carbonato de sodio. Para minimizar errores en la preparación de las soluciones se acordó preparar una solución stock o madre para todos los grupos, tanto de bases como de ácidos.

Inicialmente realizaron el cálculo de la cantidad necesaria de cada base para preparar los 500 mL de concentración 0.5 M, así:

$$[NaOH] = 0.5M = \frac{\text{moles de NaOH}}{\text{Litros de solución}}$$

$$\text{moles de NaOH} = 0.5M * 0.5L = 0.25\text{moles}$$

$$0.25\text{moles de NaOH} * \frac{40 \text{ g de NaOH}}{1 \text{ moles de NaOH}} = 10 \text{ g de NaOH}$$

y

$$[Na_2CO_3] = 0.5M = \frac{\text{moles de Na}_2\text{CO}_3}{\text{Litros de solución}}$$

$$\text{moles de Na}_2\text{CO}_3 = 0.5M * 0.5L = 0.25\text{moles}$$

$$0.25\text{moles de Na}_2\text{CO}_3 * \frac{106 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ moles de Na}_2\text{CO}_3} = 26.5 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3$$

Cada una de las cantidades se disolvió en agua destilada y se llevó a volumen en matraz de 500 mL.

Con las soluciones preparadas de las bases se procedió a realizar la valoración de la solución de zumo de limón (10 mL de zumo puro más 50 mL de agua destilada). Los grupos de trabajo se organizaron así: dos grupos trabajaron con el limón mandarina y los otros tres con el limón Tahití (ver Figuras 19 y 20 para una ilustración).



Figura 25 Limón Tahití tomado de <https://www.maxpixel.net/Lime-Citrus-Fruits-Limone-Fruit-Sour-Citrus-3480610>

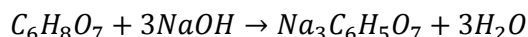


Figura 26 Limón mandarina tomado de <https://pxhere.com/es/photo/8077>

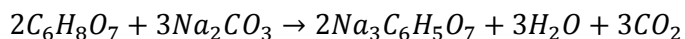
Una vez estuvo claro todo aspecto relacionado con el trabajo experimental de la titulación ácido-base se procedió a revisar con los grupos de estudiantes los sistemas de ecuaciones de reacción y las relaciones estequiométricas necesarias para realizar los cálculos.

A continuación se presentan los sistemas de ecuaciones de reacción química planteadas por los grupos de estudiantes.

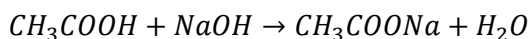
Sistema ácido-base: ácido cítrico – hidróxido de sodio:



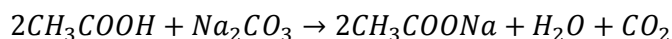
Sistema ácido-base: ácido cítrico – carbonato de sodio:



Sistema ácido-base: ácido acético – hidróxido de sodio:



Sistema ácido-base: ácido acético – carbonato de sodio:



A partir de las ecuaciones de reacción química las estudiantes establecen las relaciones estequiométricas que les permite hacer el cálculo de la concentración molar de la solución problema titulada, así:

$$[\text{ácido cítrico}] = \frac{25 \text{ mL NaOH} \left(\frac{0.5 \text{ mmol NaOH}}{1 \text{ mL solución NaOH}} \right) \left(\frac{1 \text{ mmol ácido cítrico}}{3 \text{ mmol NaOH}} \right)}{\text{Volumen de solución problema en mL}}$$

$$[\text{ácido cítrico}] = \frac{25 \text{ mL Na}_2\text{CO}_3 \left(\frac{0.5 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mL solución Na}_2\text{CO}_3} \right) \left(\frac{2 \text{ mmol ácido cítrico}}{3 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3} \right)}{\text{Volumen de solución problema en mL}}$$

$$[\text{ácido acético}] = \frac{25 \text{ mL NaOH} \left(\frac{0.5 \text{ mmol NaOH}}{1 \text{ mL solución NaOH}} \right) \left(\frac{1 \text{ mmol ácido acético}}{1 \text{ mmol NaOH}} \right)}{\text{Volumen de solución problema en mL}}$$

$$[\text{ácido acético}] = \frac{25 \text{ mL Na}_2\text{CO}_3 \left(\frac{0.5 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mL solución Na}_2\text{CO}_3} \right) \left(\frac{2 \text{ mmol ácido acético}}{1 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3} \right)}{\text{Volumen de solución problema en mL}}$$

En las Tablas 6, 7, 8, y 9 se muestran los resultados obtenidos por los grupos de estudiantes: se registra en las tablas el volumen de ácido gastado para valorar 25 mL de base de concentración 0.5M.

Tabla 9 Valoración de la solución problema de zumo de limón mandarina con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25mL de NaOH 0.5M

	Volumen gastado de zumo de limón mandarina				
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	mL		mL		mL
Grupo 1	12,8		13,1		13,0
Grupo 2	12,2		12,5		12,4

Tabla 10 Valoración de la solución problema de zumo de limón Tahití con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25mL de NaOH 0.5M

	Volumen gastado de zumo de limón tahití				
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	mL		mL		mL
Grupo 3	11,2		11,8		11,5
Grupo 4	10,5		11,0		10,8
Grupo 5	11,3		10,8		11,1

Tabla 11 Valoración de la solución problema de zumo de limón mandarina con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25 mL de Na₂CO₃ 0.5M

	Volumen gastado de zumo de limón mandarina				
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	ml		ml		ml
Grupo 1	25,2		25,8		25,5
Grupo 2	25,4		25,8		25,6

Tabla 12 Valoración de la solución problema de zumo de limón tahití con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína. Se tomó como alícuota 25 mL de Na₂CO₃ 0.5M

Volumen gastado de zumo de limón tahití					
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	mL		mL		mL
Grupo 3	23,0		23,5		23,3
Grupo 4	23,2		23,2		23,2
Grupo 5	22,9		23,5		23,2

Los datos experimentales que observamos en las tablas anteriores no muestran que las estudiantes realizaron un buen trabajo experimental, así lo confirman las réplicas de cada titulación y la variación que obtienen en la cantidad de ácido utilizado cuando se pasa de hacer la titulación con hidróxido de sodio a carbonato de sodio. Las estudiantes reconocen que el haberse “entrenado” con el simulador virtual les permitió hacer un aprendizaje previo adecuado del experimento.

En las Tablas 10, 11, 12 y 13 se muestran los resultados obtenidos para la concentración de ácido cítrico en las soluciones problema de zumo de limón, a partir de los datos de las tablas anteriores. La baja variabilidad en volumen entre réplicas les dio tranquilidad a las estudiantes con respecto al valor que iban a obtener para la concentración. Las estudiantes destacan, a partir de las concentraciones, dos aspectos principales: uno es que la titulación se puede realizar con cualquiera de las bases ya que experimentalmente obtienen resultados confiables y que el limón tipo Tahití es un “más ácido” que el limón tipo mandarina. Ellas también destacan que este resultado era esperado porque habían probado cada uno de los limones y sabían que el mandarina era más dulce.

Tabla 13 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón mandarina por valoración con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína

	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
Grupo 1	0,33 M	0,32 M	0,32 M
Grupo 2	0,34 M	0,33 M	0,34 M
Promedio total			0,33 M

Tabla 14 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón mandarina por valoración con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína

	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
Grupo 1	0,33 M	0,32 M	0,33 M
Grupo 2	0,33 M	0,32 M	0,32 M
Promedio total			0,32 M

Tabla 15 Concentración molar de ácido cítrico en el zumo de limón Tahití por valoración con hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína

	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
Grupo 3	0,37 M	0,35 M	0,36 M
Grupo 4	0,40 M	0,38 M	0,39 M
Grupo 5	0,37 M	0,39 M	0,38 M
Promedio total			0,37 M

Tabla 16 Concentración de ácido cítrico en el zumo de limón Tahití por valoración con carbonato de sodio en presencia de fenolftaleína

	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
Grupo 3	0,36 M	0,35 M	0,36 M
Grupo 4	0,36 M	0,36 M	0,36 M
Grupo 5	0,36 M	0,35 M	0,36 M
Promedio total			0,36 M

En las siguientes tablas 14 a 17 se muestran los resultados obtenidos por los grupos de trabajo para la titulación de la solución problema de vinagre. Los datos y el cálculo de la concentración confirman que el trabajo experimental realizado por los grupos fue satisfactorio: baja variabilidad en el volumen de valorante entre réplicas y coherencia en

la proporción de ácido empleado cuando se pasa de hacer la valoración con hidróxido de sodio a carbonato de sodio. Para este conjunto de datos las estudiantes destacan que el vinagre es mucho más concentrado en ácido que un limón, cuatro veces más concentrado. En este punto se hizo una discusión grupal y de retroalimentación con todas las estudiantes para que tuvieran presente en la interpretación de datos el hecho de que el ácido cítrico es un ácido poliprótico mientras que el acético es un ácido monoprótico y que el ácido acético es un ácido débil más fuerte que el cítrico.

Tabla 17 Valoración de la solución problema de vinagre con hidróxido de sodio 0.5M en presencia de fenolftaleína. Se tomaron 25 mL de base para ser valorados con el ácido.

Volumen gastado de la solución problema de vinagre					
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	mL		mL		mL
Grupo 1	10		9,5		9,8
Grupo 2	10,3		9,2		9,8

Tabla 18 Concentración molar calculada de ácido acético en la solución problema de vinagre por valoración con hidróxido de sodio

	Réplica 1 (M)	Réplica 2 (M)	Promedio (M)
Grupo 1	1,25	1,32	1,28
Grupo 2	1,21	1,36	1,29
Promedio total			1,28 M

Tabla 19 Valoración de la solución problema de vinagre con carbonato de sodio 0.5M en presencia de fenolftaleína. Se tomaron 25 mL de base para ser valorados con el ácido.

Volumen gastado de la solución problema de vinagre					
	Réplica 1		Réplica 2		Promedio
	mL		mL		mL
Grupo 3	20,3		18,8		19,55
Grupo 4	21,0		21,9		21,45
Grupo 5	19,5		18,6		19,05

Tabla 20 Concentración molar calculada de ácido acético en la solución problema de vinagre por valoración con carbonato de sodio.

	Réplica 1	Réplica 2	Promedio
Grupo 3	1,23 M	1,33 M	1,28 M
Grupo 4	1,19 M	1,14 M	1,17 M
Grupo 5	1,28 M	1,34 M	1,31 M
Promedio total			1,25 M

4.4.3 Análisis de actividad evaluativa final

Participaron de la actividad evaluativa final 83 estudiantes, 20 del semillero que estuvieron en todo el proceso de investigación y 63 matriculados en los grados 10. La evaluación se hizo en dos etapas, separadas aproximadamente en semana y media. Para comparar los resultados, se hicieron gráficas en porcentaje donde la cantidad de estudiantes que pertenecieron al semillero de química es de 20 (grupo experimental) y las demás estudiantes del grado decimo fueron 63 (grupo control).

En la Figura 27 se muestra el resultado obtenido para los dos grupos, el experimental y el de control, expresados en porcentaje. Se observa claramente la diferencia en el resultado de las estudiantes del grupo experimental, comparado con el grupo control. Es importante aclarar que las 83 estudiantes recibieron en clase de química la temática, pero las 20 del semillero participaron en la investigación en horario extra. Como docente observé una marcada diferencia actitudinal entre los dos grupos ante los problemas planteados, mientras que en el grupo control había muchas inquietudes y deserciones a resolver el problema, además de un tiempo más prolongado, el grupo experimental enfrentó las evaluaciones con motivación y emplearon un menor tiempo en resolver los problemas. El grupo experimental manifiesta que los problemas ahora les resultan más claros, ya que no se enfrentan a un supuesto teórico y abstracto, sino que en su mente recrean una situación experimental asociada. Todo esto como consecuencia directa del Aprendizaje Basado en Problemas.

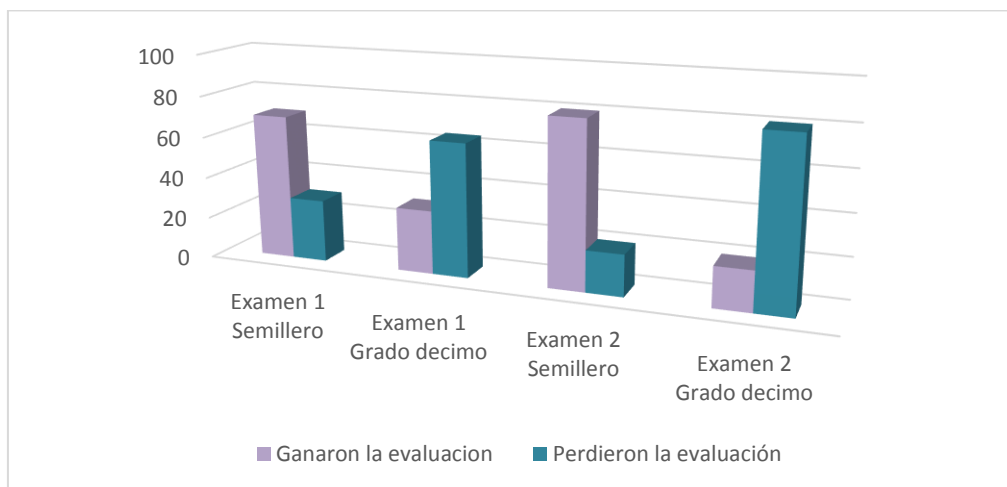


Figura 27. Resultado de evaluación final aplicada al grupo experimental y al grupo de control. En barras de columna de color morado la respuesta correcta y en las de color azul turquesa las incorrectas

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se evidenció que las estudiantes lograron realizar relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos de una reacción química ácido-base, a través de la conceptualización de la neutralización. Además, afrontaron la resolución de problemas aplicando el enfoque *ABP* y contrastaron los resultados en prácticas de laboratorio haciendo uso de sustancias de usos cotidiano en los hogares.

El desarrollo de estrategias bajo el enfoque de *ABP*, demandó que las estudiantes asumieran un rol más activo, trabajara en equipo y aprendieran a través de la mediación del conocimiento con sus pares, lo que llevo a evidenciar la apropiación de aprendizaje más significativa.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la estrategia de aula evidencian, tanto la motivación de las estudiantes por el aprendizaje, como la transformación de los conocimientos previos en conceptos más elaborados.

El *ABP* implica un proceso de evaluación continuo y diferenciado, esto hizo que las estudiantes no se sintieran limitadas a la hora de realizar las actividades o solucionar problemas, pues no tenían temor al error y por el contrario, este se convierte en una oportunidad para la adquisición de competencias y la búsqueda de nuevas soluciones.

Esta experiencia permitió visualizar las ventajas que traen al aprendizaje el uso de herramientas virtuales y las analogías con la cocina en este proceso, pues no solo les permite cambiar su relación con los recursos tecnológicos, sino que los acerca a conceptos tan abstractos como la estequiometría, reacciones, titulación, concentración ... pues convierten en recursos de apoyo tanto para el docente como el estudiante, a través de las modelaciones y la experimentación, a cortando así distancias entre los real

y virtual, lo macro y lo microscópico, dado que permite observar situaciones antes desconocidas para los estudiantes.

5.2 Recomendaciones

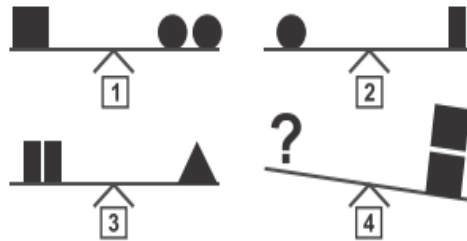
Teniendo en cuenta que la estequiometría es un tema que se le dificulta a la mayoría de los estudiantes, los docentes de química estamos en la obligación de buscar estrategias y metodologías de enseñanza que hagan que nuestros estudiantes no sólo adquieran conocimiento de esta ciencia, sino que se apasionen, sean curiosos, y sean más autónomos en la adquisición de conocimiento acerca de esta.

En la mayoría de los laboratorios no hay la cantidad de herramientas necesarias para realizar ciertas prácticas, hacer uso de los laboratorios virtuales, los cuales hacen que el estudiante aunque no tenga contacto con los instrumentos, adquiera como mínimo los conceptos básicos necesarios, teniendo en cuenta, que son mucho más seguros y se pueden utilizar sustancias que en la vida real constituyen un riesgo potencial para los que las manipulan, además le permite al estudiante cometer errores que en una práctica de laboratorio normal podrían ser desastrosos.

Al involucrar en nuestras prácticas de laboratorio sustancias con las cuales nuestros estudiantes tienen contacto casi todos los días, hace que la química deje de ser una ciencia que solo pueda ser realizada por científicos, sino que le demuestra a nuestros estudiantes que esta bella asignatura está en contacto con ellos todo el día, además de que al utilizar este tipo de sustancias, los estudiantes aprenden más de ellas, como sus diferentes usos y que se puede formar a partir de ellas como lo es también prácticas más seguras. Eso sí, tener en cuenta que al trabajar con alimentos, los estudiantes no solo están más tentados a experimentar sino que a veces también están unos más interesados en consumirlos que en trabajar con ellos.

A. Anexo: Prueba diagnostica

1. Se tienen cuatro balanzas, de las cuales tres están en equilibrio. Todas tienen un punto de apoyo en la mitad de la barra. Cuantos triángulos, bolas y rectángulos que se requieren para equilibrar la cuarta balanza



Respuesta: Se necesitan 2 triángulos, cuatro bolas y cuatro rectángulos

2. Usando los números del 1 al 9 y sin repetir, obtener las sumas horizontales y verticales que corresponden a los resultados que aparecen en cada cuadro

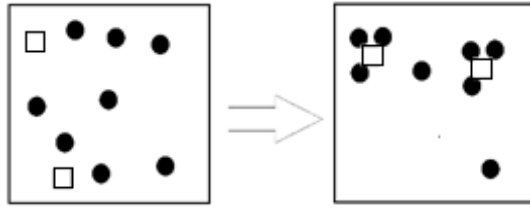
			18
			12
			15
14	15	16	

Respuesta:

4	5	9	18
8	3	1	12
2	7	6	15
14	15	16	

3. Tengo dos sustancias Y (\square) y X (\bullet). Su reacción se describe en el siguiente diagrama.

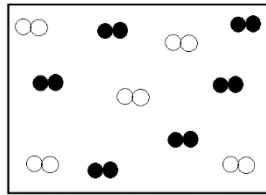
¿Cuál sería la ecuación que describiría mejor la reacción? Justifica tu respuesta



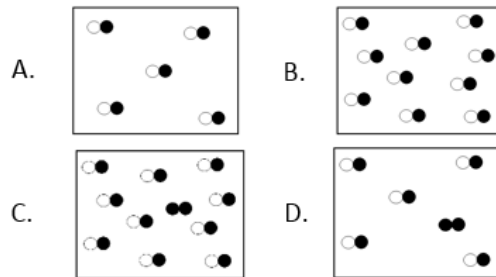
Respuesta: $2Y + 8X \rightarrow 2YX_3 + 2X$ (Dependiendo del orden la respuesta puede tener varias versiones).

4. Tengo la siguiente reacción $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$. Si tengo una mezcla de Hidrogeno y Cloro en un recipiente cerrado como se muestra en la siguiente figura:

Donde las bolas negras representan el cloro y las blancas el hidrogeno



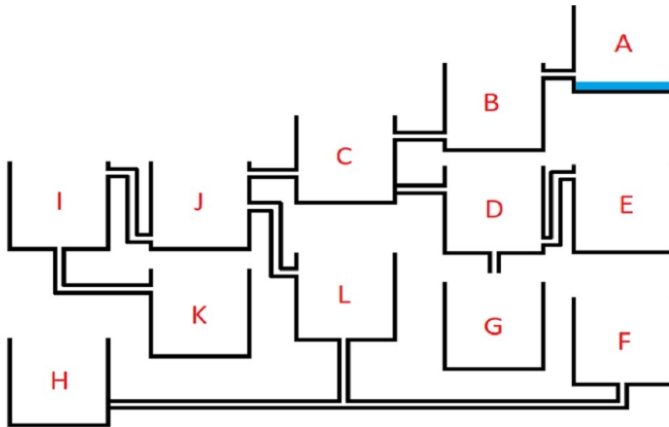
¿Cuál de las siguientes figuras representa mejor la mezcla final? Justifica tu respuesta



Respuesta: D. Ya que en esta representación se forma a partir de la primera imagen se forman 5 moles HCl y me queda como reactivo en exceso una mol de Cl_2

5. Tengo 12 contenedores y abro una llave y se comienza a llenar A. Teniendo en cuenta la siguiente figura. ¿Cuál de los doce contenedores se llena primero? Justifica tu respuesta

Tomada de: <http://www.lasexta.com>



Respuesta: El tanque F. Del tanque A pasa el flujo al tanque B y de este al C, como este último está sellado en la parte de abajo llena el tanque J, y este primero llega el flujo al tanque L ya que el nivel está más abajo que el I. Del L para al F ya que el tanque H está sellado.

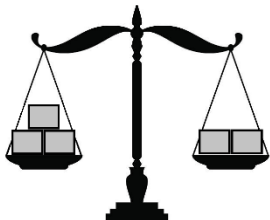
6. Un comerciante dispone de una balanza de dos platillos y cuatro pesas distintas como se muestra en la figura. Estas pesas son tales que le permite pesar cualquier número entero en kilogramos entre 1 y 15. Si solo debe haber pesas en uno de los platillos, es decir en uno de los lados de la balanza. ¿Cuánto debe pesar cada pesa? Justifica tu respuesta.



- A. 1; 3; 4 y 7 kilogramos
- B. 1; 2; 5 y 7 kilogramos
- C. 1; 2; 4 y 8 kilogramos
- D. 2; 3; 4 y 6 kilogramos

Respuesta: C. ya que, para pesar 1 se utiliza la pesa equivalente a 1kg, para pesar 2 se utiliza la de 2Kg, para 3 se utilizan las pesas de 1 y 2 Kg, para 4 se utiliza la de 4Kg, para 5 las pesas de 1 y 4 Kg, para 6 las pesas de 2 y 4 Kg, para 7 las pesas de 1,2 y 4 Kg, para 8 la pesa de 8Kg, para 9 las pesas de 1 y 9 Kg, para 10, las pesas de 2 y 8 Kg, para 11 las pesas de 1, 2, y 8 Kg, para 12 las pesas de 4 y 8 Kg, para 13 las pesas de 1, 4 y 8 Kg, para 14 las pesas de 2, 4, y 8 Kg, para 15 las pesas de 1, 2, 4 y 8 Kg

7. Teniendo en cuenta la siguiente figura



Es posible que la balanza se encuentre equilibrada. Justifica tu respuesta

Respuesta: Si ya que a pesar de tener el mismo tamaño y color, los cuadrados pueden ser de diferentes sustancias lo que hace que su densidad sea diferente y por lo tanto su masa también.

8. Explica con tus propias palabras y siendo lo más clara posible e independientemente del contexto las siguientes palabras

- Reacción
- Neutralización

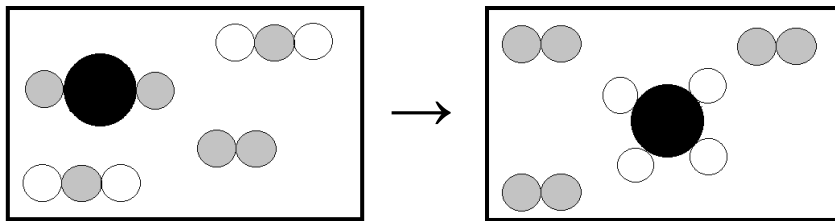
”
.

B. Anexo: Nivelación

Teniendo en cuenta las siguientes graficas:

- Escribe las reacciones correspondientes
- Indica que tipo de reacción es
- Indica a que función corresponde cada sustancia: Oxido, Hidróxido, Sal, Ácido
- Indica cual es el reactivo límite. Justifica tu respuesta.

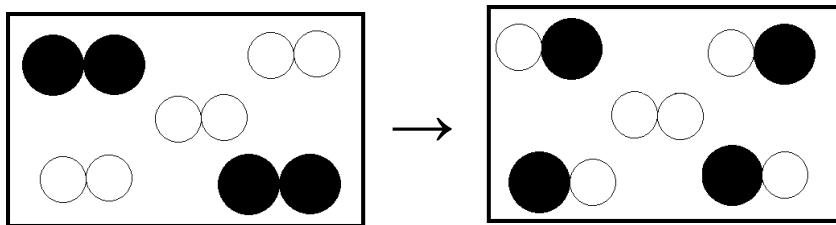
1. C = ● ; O = ○ ; H = ○



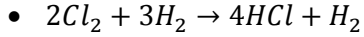
Respuesta:

- $CO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow CH_4 + 3O_2$
- Es una reacción de síntesis
- Oxido + oxido + elemento \rightarrow hidrocarburo + elemento
- El reactivo límite es el hidrogeno y el carbono ya que se utilizan todas las moles de estos para formar nuevos compuestos

2. Cl = ● ; H = ○ ;

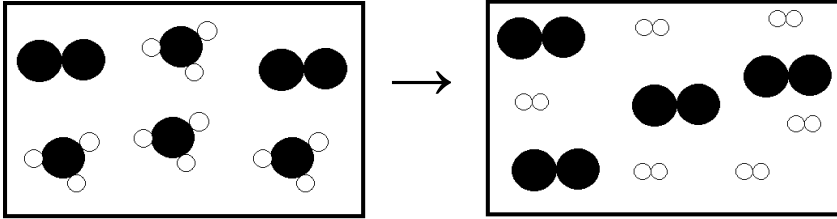


Respuesta:



- Es una reacción de síntesis
- Elemento + elemento \rightarrow ácido + elemento
- El reactivo limite es el cloro ya que este reacciona completamente con el hidrogeno para producir HCl

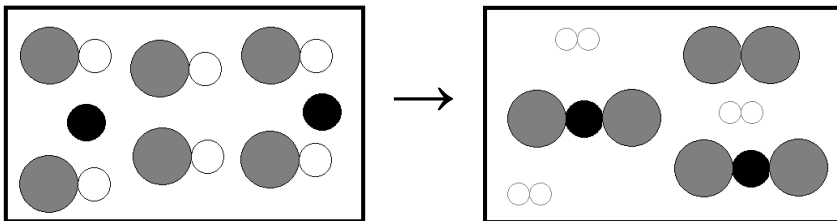
3. N = ● ; H = ○ ;



Respuesta

- $4NH_3 + 2N_2 \rightarrow 3N_2 + 6H_2$
- Es una reacción de descomposición
- Hidruro + elemento \rightarrow elemento + elemento
- El reactivo limite es el hidrogeno ya se puede observar en la primera imagen como todo el hidrogeno está reaccionando para formar el amoniaco NH_3

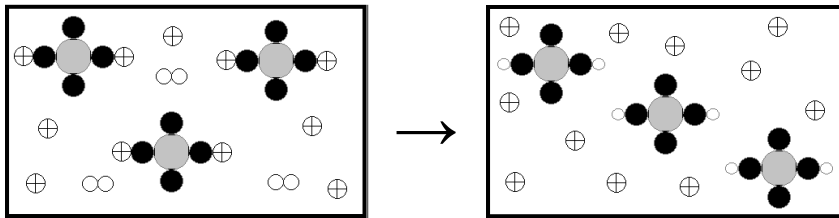
4. Zn = ● ; Cl = ○ ; H = ○ ;



Respuesta

- $6HCl + 2Zn \rightarrow 2ZnCl_2 + 3H_2 + Cl_2$
- Es una reacción de Sustitución simple
- Acido + elemento \rightarrow sal + elemento + elemento
- El reactivo limite es el zinc ya este reacciona completamente, y los demás quedan en exceso según la imagen 2

5. C = ● ; S = ○ ; H = ○ ; Na = ⊕



Respuesta

- $3Na_2SO_4 + 6H_2 + 5Na \rightarrow 3H_2SO_4 + 11Na$
- Es una reacción de sustitución simple
- sal + elemento + elemento \rightarrow acido + elemento
- El reactivo limite es el hidrogeno, el azufre y el oxígeno estos elementos reaccionan completamente.

C. Anexo:

Las siguientes actividades serán realizadas en los grupos de trabajo

Ácidos: Un ácido lo podemos definir como una sustancia que se caracteriza por liberar iones H^+ , cuando se encuentra en solución acuosa. Esta clasificación se debe a Arrhenius. Los ácidos pueden liberar o ceder iones H^+ en solución acuosa ya sea por disociación o por reacción con bases. En la clasificación de Arrhenius una base es una sustancia que cede iones OH^- en solución acuosa, tal como el NaOH.

Teniendo en cuenta la relación estequiométrica entre la concentración del ácido y la concentración de los iones H^+ liberados en solución acuosa, se hace la siguiente clasificación:

Monopróticos: cuando donan un ion H^+ , como el HCl. Así: $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

Dipróticos: cuando donan dos iones H^+ , como el H_2SO_4 . Así: $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

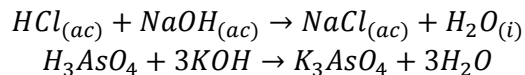
Polipróticos: cuando donan tres o más iones H^+ , como el H_3PO_4 . Así: $H_3PO_4 \rightarrow 3H^+ + PO_4^{3-}$

Actividad # 1

Clasifica los siguientes ácidos en mono, di y polipróticos. Explica tu respuesta indicando la disociación del ácido al liberar los iones H^+ .

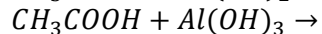
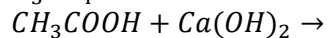
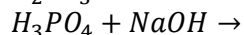
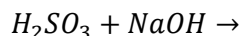
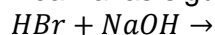
HFO; $HClO_2$; $HBrO_3$; HIO_4 ; H_2SO_2 ; HNO_3 ; H_2CO_3 ; H_3PO_4 ; HBr; H_3BO_3

Reacción de neutralización: Una reacción de neutralización es aquella en la cual reacciona un ácido con una base o hidróxido, los productos de reacción son sales y agua. Algunos ejemplos son:



Actividad #2

Realiza las siguientes reacciones de neutralización



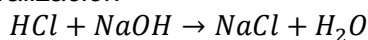
Actividad #3

Consulta que tipos de ácidos y bases es posible encontrar en los productos comerciales utilizados en la cocina.

Titulación: La titulación es un procedimiento cuantitativo analítico de la química. Con la titulación puede determinar la concentración desconocida en un líquido añadiéndole reactivos de un contenido conocido. La titulación es un procedimiento relativamente sencillo que no requiere un despliegue de aparatos técnicos para determinar la concentración de sustancias conocidas disueltas. Los instrumentos esenciales para la titulación son una bureta y un vaso de precipitados. La bureta contiene una solución volumétrica de la cual se conoce la concentración de la sustancia. En el vaso de precipitados se encuentra la solución con la concentración desconocida y un indicador para la detección del parámetro. Después de mezclar la solución volumétrica y la solución con la muestra en el vaso de precipitados es posible, en base al conocimiento del desarrollo químico de reacción y el consumo de la solución volumétrica, calcular la concentración de la solución con la muestra. Los diferentes procedimientos de titulación se pueden separar según los tipos de reacción químicos. Por ejemplo, existe la titulación ácido-base

Ejemplo: Calcule la concentración de 15 ml (0.015 L) de ácido clorhídrico valorándolo con 10 ml (0.010 L) de hidróxido de sodio al 0.2 M:

- Realiza la reacción de neutralización



Recuerda que: $[X]M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Litros de solución}}$ (1)

- balancea la reacción. En este caso ya la reacción esta balanceada
- halla las moles del Hidróxido

De la ecuación (1) podemos decir que: $\text{moles} = [] * V$

Entonces $\text{moles NaOH} = 0.2M * 0.010 L = 0.002 \text{ mol}$

Cuarto Paso de moles de NaOH a moles de HCl teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción. Entonces

$$0.002 \text{ mol NaOH} * \frac{1 \text{ mol HCL}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.002 \text{ mol HCL}$$

Quinto paso hallo la concentración de HCl con (1)

$$[HCl] = \frac{0.002 \text{ mol}}{0.015 L HCl} = 0.13 M$$

Actividad # 4

Aprende como se realiza una titulación ácido base en la siguiente link. Observa todos los detalles e indica paso a paso como se llevó a cabo la titulación. Si quieres puedes agregar dibujos

https://pages.uoregon.edu/tgreenbo/acid_base.html

Actividad # 5

Teniendo ya el conocimiento de cómo se realiza la titulación virtual. Deben adicionar los cálculos realizados.

Realiza los 4 ejercicios propuestos y completa la siguiente información

Acido fuerte y base fuerte

Para los cálculos debes tener en cuenta que las concentraciones de los ácidos deben ser muy similares

- HCl y KOH

**Datos:**

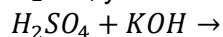
Concentración de HCl. _____

Volumen de HCl: _____

Volumen de KOH _____

Hallar: Concentración de KOH: _____

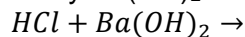
- H₂SO₄ y KOH

**Datos:**Concentración de H₂SO₄. _____Volumen de H₂SO₄: _____

Volumen de KOH _____

Hallar: Concentración de KOH: _____

- HCl y Ba(OH)₂

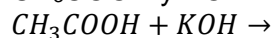
**Datos:**

Concentración de HCl. _____

Volumen de HCl: _____

Volumen de Ba(OH)₂ _____Hallar: Concentración de Ba(OH)₂: _____**Acido débil y base fuerte**

- CH₃COOH y KOH

**Datos:**Concentración de CH₃COOH _____Volumen de CH₃COOH: _____

Volumen de KOH _____

Hallar: Concentración de KOH: _____

Análisis de resultados

- Indiquen que semejanzas y diferencias encuentras en las cuatro titulaciones. Porque crees que se dan estas semejanzas y diferencias
- Que creen que debería pasar si en vez de ácidos monopróticos y ácidos Dipróticos se utilizan ácidos polipróticos
 - Que creen que pasaría si se utiliza una base o hidróxido débil.

D. Anexo: Nivelación

Actividad #6

Laboratorio de titulación ácido – base

Objetivo general: Determinar la concentración de una solución dada por medio de la titulación

Objetivos específicos:

- Aprender a realizar una titulación
- Desarrollar la capacidad analítica para preparar soluciones en el laboratorio
- Comprender las reacciones ácido - base

Para tener en cuenta antes de realizar el laboratorio

1. Guía de normas de seguridad para el uso del laboratorio
2. Guía de realización del preinforme e informe de laboratorio
3. Realizar el pre – informe

Materiales

- Soporte universal
- Pinza para bureta
- Beaker
- Pipeta
- Pipeteador
- Bureta
- Balanza
- Agitador de vidrio
- Balón volumétrico de 500 ml

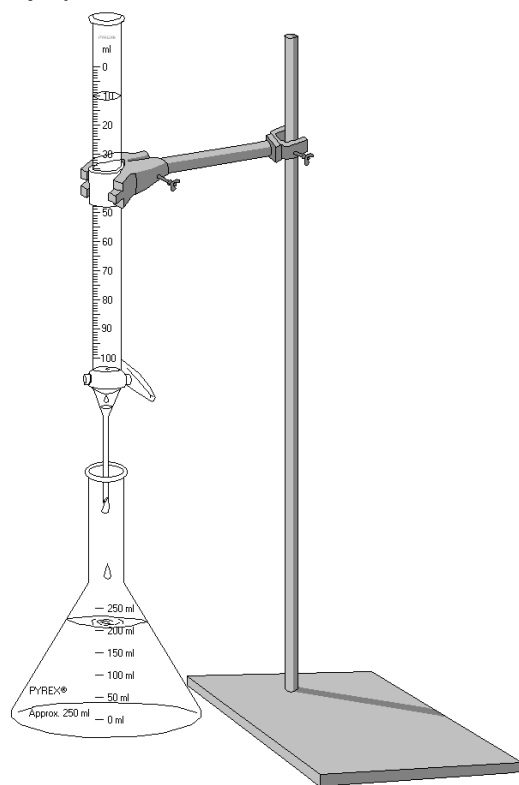
Reactivos

- Ácido cítrico (limón)

- Ácido acético (vinagre blanco)
- Hidróxido de sodio (diablo rojo)
- Carbonato de sodio
- Indicador Fenolftaleína y Naranja de metilo
- Agua destilada

Procedimiento

1. Realizar los cálculos necesarios para realizar las soluciones de hidróxido de sodio, carbonato de sodio, ácido sulfúrico al 0.5M
2. Medir las cantidades necesarias de los reactivos, llevar a un balón volumétrico y aforar hasta 500 ml con agua destilada.
3. Para realizar las soluciones de ácido cítrico y ácido acético. Por cada 1 ml del reactivo, agregar 5 ml de agua. Tener en cuenta que la solución de ácido cítrico se debe colar, para que no obstruya la bureta
4. Realizar el montaje para realizar la titulación



Tomado de:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Titration_Apparatus.png

5. Teniendo en cuenta la titulación a realizar

- Sujeta la bureta al soporte universal, vierta con ayuda del embudo la solución a titular. Se puede colocar una hoja blanca en la base del soporte universal para leer mejor la bureta
- Mida 25 ml de la solución base y adicione tres gotas del indicador dado (fenolftaleína o naranja de metilo)
- Inicie la titulación añadiendo cuidadosamente la solución a titular, agite cuidadosamente el Beaker donde está la solución base. Observe el cambio de color que tiene lugar en el punto de equivalencia. Con fenolftaleína de rosa a incoloro o viceversa y con el naranja de metilo de amarillo a rojo o viceversa

Indicador	Color en medio	Color en medio	Intervalo de viraje pH
	ácido	básico	
Fenolftaleína	Incoloro	Fucsia	8.2 -10
Naranja de metilo	Rojo	Amarillo	3.2 – 4.4

- Anote el volumen de la solución a titular cuando finalice cada titulación
- **Realizar los pasos mínimo dos veces en condiciones similares y con los dos indicadores**

Titulaciones

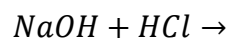
- Ácido cítrico e Hidróxido de sodio
- Ácido cítrico y Carbonato de sodio
- Ácido acético e Hidróxido de sodio
- Ácido acético y Carbonato de sodio

Análisis de datos

1. Realicen una tabla donde indiquen, la titulación, indicador utilizado, volumen de la base, concentración de la base, volumen del ácido utilizado.
2. Realicen las reacciones dadas en la titulación ácido - base
3. Realicen los cálculos necesarios para hallar la concentración del ácido
4. Comparen los resultados con los diferentes indicadores. ¿Qué observaron?
5. ¿Qué diferencias y/o similitudes encontraron en la titulación de un ácido fuerte y un ácido débil?

E. Anexo: Evaluación final

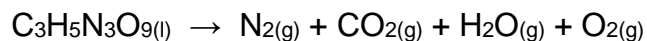
Al combinar un ácido con un hidróxido se me forma sal más agua. Se desea formar cloruro de sodio a partir de hidróxido de sodio y ácido clorhídrico.



- Realiza la reacción e indica que tipo es
- ¿Cuántas moles de agua se forman a partir de 50 gramos de HCl?
- ¿Cuántos gramos se necesitan de NaOH para formar 7.3 moles de la sal?

F. Anexo: Evaluación final

La nitroglicerina $C_3H_5N_3O_9$, es un compuesto líquido a temperatura ambiente, es inestable y un poderoso explosivo aunque también es un componente de algunos medicamentos. Su descomposición obedece a la ecuación:



- Si se formaron 15 g de nitrógeno. ¿Cuántos gramos de nitroglicerina tenía?
- Si tengo 45 g de nitroglicerina. ¿Cuántos gramos se forman de dióxido de carbono?

G. Anexo: Nivelación

Las siguientes tablas representan los resultados de las estudiantes en las dos evaluaciones. Las estudiantes que estas subrayadas de amarillo es porque pertenecen al semillero. Además como la investigación fue de tipo cualitativa. Se utilizaron los siguientes valores según el SIEE de la institución.

Escala de valoración		
Nombre	Símbolo	Equivalente numérico
Bajo	B	1 – 2.9
Básico	BA	3 – 3.9
Alto	A	4 – 4.6
Superior	S	4.7 - 5

NOMBRE		E1		E2	
1	ACEVEDO PINEDA KATHERIN JOHANNA	5	S	5	S
2	ACEVEDO ROLDAN MARIANA	5	S	5	S
3	AGUIRRE CASTAÑO ISABELLA	1	BA	1	BA
4	ARIAS BENITEZ LEIDY CAROLINA	3	B	5	S
5	ATEHORTUA ZAPATA MELANY	2	BA	2	BA
6	BEDOYA LEON MELISSA	1	BA	2.5	BA
7	BEDOYA MOLINA MARIA FERNANDA	4	A	2.5	BA
8	BEDOYA VASQUEZ VALENTINA	2	BA	3	B
9	BETANCUR CARDONA ANA MARIA	1	BA	1	BA
10	CARDONA ARIAS LAURA	4.2	A	5	S
11	COLORADO JARAMILLO VALERY ALEXA	1	BA	1.5	BA
12	CORTES TABARES SOFIA	3	B	3	B
13	DUQUE OSSA SARA	4	A	2	BA
14	ECHAVARRIA ORTEGA ESTEFANIA	1	BA	1.5	BA
15	FRANCO BOLIVAR MELANIE	2	BA	3.5	B
16	GOMEZ ALZATE MELISSA	4	A	2	BA
17	GUTIERREZ PATIÑO SARA	1	BA	1.5	BA
18	HERNANDEZ GALEANO ANGIE VANESSA	1	BA	1	BA
19	HIDALGO CARDONA ANDREA	1.5	BA	2.5	BA
20	JARAMILLO MEDINA HARY DANIELA	1.7	BA	2	BA
21	LONDOÑO HIGUITA SAMANTHA	1.5	BA	2	BA
22	MARIN CARDONA VALENTINA	1.7	BA	1	BA

23	MAYA GARCIA VERONICA	1	BA	2	BA
24	MENESES MORENO VALENTINA	1.7	BA	1	BA
25	MOLINA MONTOYA MANUELA	4	A	2.5	BA
26	MURILLO MENA DAIHANA	4.2	A	5	S
27	NARANJO GIRALDO SARA CATALINA	4	A	5	S
28	ORTIZ MUÑETON MARIA PAULINA	1	BA	1	BA
29	PEREZ JARAMILLO MANUELA ALEJANDRA	2	BA	2.5	BA
30	PEREZ LONDOÑO LORENA	1.7	BA	2	BA
31	RAMIREZ AGUDELO JENNIFER	3	B	3	B
32	RAMIREZ CANTILLO MARIANA	3	B	3	B
33	RENDON SEPULVEDA LAURA	3	B	3	B
34	RIOS GIRALDO SARA LUCIA	2.5	BA	2.5	BA
35	RODRIGUEZ HENAO ESTEFANIA	1	BA	2	BA
36	ROMERO TORO LAURA STEFFANI	1	BA	1	BA
37	RUIZ BETIN ANDREA	1	BA	2	BA
38	TABARES METAUTE DIANA MARCELA	1	BA	1.5	BA
39	URIBE PRIETO MARIANA	2	BA	2.3	BA
40	VEGA OCAMPO BRENDA DAHIANA	1	BA	2	BA
41	VILLEGAS ARROYAVE LAURA MELISA	1	BA	1	BA
42	ZAPATA DURANGO MARIA FERNANDA	2.5	BA	2.5	BA
42	ZAPATA HERNANDEZ SARA	4	A	2.5	BA
43	ZAPATA OBREGON LUISA FERNANDA	3	B	5	S

	NOMBRE	E1		E2	
1	ACEVEDO TRIVIÑO VALENTINA	1	BA	1	BA
2	ALCARAZ FERNANDEZ MARIANA	1	BA	1	BA
3	AREIZA MARIN MANUELA	2.5	BA	2	BA
4	CARDENAS ACEVEDO MARIA CAMILA	3	B	5	BA
5	CARDONA ESCUDERO ALEJANDRA	2.5	BA	2.5	BA
6	CATAÑO RODRIGUEZ SARA MILDRED	1	BA	1	BA
7	GARCIA SALAZAR LAURA	1.7	BA	1.5	BA
8	GIRALDO HURTADO MARIANA	5	S	5	S
9	GOMEZ LONDOÑO DAHIANA	2.5	BA	3	B
10	GONZALEZ CARMONA SARA MELISSA	1	BA	1	BA
11	GONZALEZ RENDON MANUELA	3.4	B	1	BA
12	GONZALEZ RODRIGUEZ VALENTINA	2	BA	2	BA
13	GONZALEZ RODRIGUEZ VERONICA	3	B	3	B
14	GRANADOS CARVAJAL ALEJANDRA	3	B	3	B
15	GUANUME BERNAL MELISSA	1.7	BA	1	BA
16	GUZMAN OCHOA MANUELA	3	B	3	B
17	HERRERA ALVAREZ MARIA ISABEL	2.5	BA	2.5	BA
18	LARA ESPINOSA ANYELLI JULIETH	1.7	BA	1	BA
19	LOAIZA GARCIA MARIA FERNANDA	2	BA	2.5	BA
20	MARQUEZ NEIRA PAOLA	4	A	5	S
21	MAZO ROMAN VALERIA	3	B	4	A
22	MONTOYA ARANGO DIANA CAROLINA	4	A	5	S

23	NOREÑA DUQUE ANGIE TATIANA	2	BA	2.5	BA
24	OROZCO GIRALDO KAREN	3	B	5	S
25	QUINTERO VELEZ MARIA ALEJANDRA	3	B	1	BA
26	RAMIREZ GOMEZ MARIANA	3	B	3	B
27	RAMIREZ SILVA SALLY MICHEL	1	BA	1	BA
28	RESTREPO HENAO VALENTINA	1.7	BA	1	BA
29	RODRIGUEZ HENAO VALENTINA	2	BA	2	BA
30	RODRIGUEZ NARANJO LUISA FERNANDA	5	S	5	S
31	ROJAS MUÑOZ MANUELA	2	BA	1	BA
32	TORO GALLEGU NATALIA	1	BA	1.5	BA
33	TORRES ZAPATA MANUELA	3	B	4	A
34	URREA ARANGO MARIA ISABEL	1.7	BA	1	BA
35	VALENCIA QUICENO VALENTINA	3	B	5	S
36	VARELA JARAMILLO ISABELA	2	BA	2.5	BA
37	VASQUEZ BEDOYA MARIA JOSE	3	B	1	BA
38	VILLEGAS TAMAYO SUSANA	2.5	BA	2.5	BA
39	ZULETA JIMENEZ ANGIE	3	B	3	B

Referencias

- Álvarez, A (2012) Estrategia didáctica de aula para la enseñanza de mezclas en química utilizando la cocina como herramienta motivadora en el aprendizaje. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 15 de septiembre en <http://bdigital.unal.edu.co/50083/1/Estrategia%20did%C3%A1ctica%20de%20aula%20para%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20mezclas%20en%20qu%C3%ADmica%20utilizando%20la%20cocina%20como%20herramienta%20motivadora%20en%20el%20aprendizaje.pdf>
- Álvarez, G (2011) Símbolos, formulas, imágenes y palabras: sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Recuperado el 22 de septiembre de 2017 en <http://bdigital.unal.edu.co/5871/1/71658095.2012.pdf>
- Arbeláez F, Gonzales D, Mondragón C, Peña L, Sánchez M (2010). Hipertexto Química 1. Santillana. Bogotá, Colombia
- Bausela, E. (2002) La docencia a través de la investigación acción. Revista Iberoamericana de Educación. 20. 7 -36
- BouJaoudes, S; Barakat H (2003) Students' Problem Solving Strategies in Stoichiometry and their Relationships to Conceptual Understanding and Learning Approaches. Electronic Journal of Science Education Vol. 7, No. 3, Mar.
- Bridges, C. D. (2015). Experiences Teaching Stoichiometry to Students in Grades 10 and 11. Walden University. Scholar Works. The United States.
- Carrizosa, E; Sánchez. A (2015). La fórmula química de los sueños: una sistematización de la experiencia de la investigación de aula y su incidencia en el desarrollo de las competencias de las estudiantes. Secretaría de educación de Medellín

- Chang, R (2007). General Chemistry: the essential concepts. Mc Graw – Hill. Higher Education, Edition 5
- Charif, M. (2010). *The Effects of Problem Based Learning in Chemistry Education on Middle School: Students' Academic Achievement and Attitude* (Doctoral dissertation, Lebanese American University, School of Arts and Sciences).
- Constitución política de Colombia 1991 (2015) Recuperado el 22 de septiembre de 2017 en <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>
- Cordoba, J (1990). Los ácidos y bases: la química en la cocina. Ciencias 18, 17 - 21. Recuperado el 15 de septiembre de 2017 en <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no18/CNS01804.pdf>
- De Longhi, A.; Ferreyra, A.; Peme, C ; Bermudez, G.M.A.; Quse, L.; Martínez S.; Iturralde, C.& Campaner, G. (2012) La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 9(2), 178-195 Recuperado el 15 de septiembre de 2017 en <http://www.redalyc.org/pdf/920/92024542002.pdf>
- Derechos Básicos del Aprendizaje. Ciencias Naturales 2016 (1) Recuperado el 21 de Septiembre de 2017 en <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/siempre diae/93226>
- Díaz, C (2012) Practicas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 21 de Septiembre de 2017 en <http://www.bdigital.unal.edu.co/9499/1/8411005.2013.pdf>
- Durango, Z (2015) ¿Por qué es importante la investigación cualitativa en la educación? Corporación Universitaria Rafael Núñez. Recuperado el 22 de noviembre de 2018 en https://www.curn.edu.co/lineas/produccion_academica/1655-%C2%BFpor-qu%C3%A9-es-importante-la-investigaci%C3%B3n-cualitativa-en-la-educaci%C3%B3n.html

Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales 2003. Recuperado el 22 de Septiembre de 2017 en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf

Fernández, J ; Moreno, J (2008) La química en el aula: entre la ciencia y la magia. Colombia: Murcia Recuperado el 20 de septiembre de 2017 en https://www.researchgate.net/profile/Jose_Fernandez-Lopez/publication/39745810_La_Quimica_en_el_aula_entre_la_ciencia_y_la_magia/links/02e7e53a17b5f52f11000000/La-Quimica-en-el-aula-entre-la-ciencia-y-la-magia.pdf?origin=publication_detail

Jara, O (2012). Sistematización de experiencias, investigación y evaluación: aproximaciones desde tres ángulos. Revista internacional sobre investigación en educación global y para el desarrollo 1 (2), 56 – 70. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018 en <http://educacionglobalresearch.net/wp-content/uploads/02A-Jara-Castellano.pdf>

Jensen, W. B. (2003). The origin of stoichiometry problems. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1248.

Jiménez, M; De Manuel (2009). El regreso de la química cotidiana ¿Regresión e innovación? Enseñanza de las ciencias 27 (2) 257 – 272. Recuperado el 28 de noviembre de 2018 en <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132241/332872>

Jiménez, M; López, R & Márquez, M. (2010) Química y Cocina: del contexto a la construcción de modelos. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales 65, 33 – 44. Recuperado el 18 de septiembre de 2017 en https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/27_alambique%20quimica%20y%20cocina.pdf

Johnson D; Johnson R; Holubec, E (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Editorial Paidós SAICF, Defensa 599, Buenos Aires. Recuperado el 25 de noviembre de 2018 en <http://cooperativo.sallep.net/EI%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Khopkar, S (2004) Basic concepts of analytical chemistry. Second edition. New age international publisher. Bombay. Recuperado el 30 de noviembre de 2008 en:

https://books.google.com.co/books?id=e8Ju_n8DN1sC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Ley 115 de febrero 8 de 1994. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017 en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017 en https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_5.pdf

Llorens, J (2010). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio. *Quim Nova*. 33 (4) 994 – 999. Recuperado el 22 de Septiembre de 2017 en https://www.researchgate.net/publication/244751461_El_aprendizaje_basado_en_problemas_como_estrategia_para_el_cambio_metodologico_en_los_trabajos_de_laboratorio

Moreno, J (2011). Las analogías: una estrategia didáctica para el aprendizaje de la estequiometría. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017 en <https://docplayer.es/16450265-Las-analogias-una-estrategia-didactica-para-el-aprendizaje-de-la-estequiometria-jairo-alonso-moreno-gonzalez.html>

Munarriz, B (1992) Técnicas y métodos de la investigación cualitativa. Universidad del País Vasco. Recuperado el 22 de noviembre de 2018 en <https://core.ac.uk/download/pdf/61903317.pdf>

Naser, M. & Flamini, L. (2009). Empezamos una nueva unidad: ¿Estequio...que? Recuperado el día 25 de marzo de 2017 desde: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.570/ev.570.pdf

Niaz M; Montes L. (2012). Understanding stoichiometry: Towards a history and philosophy of chemistry. *Educ. quím.*, publicado en línea el 12 de abril de 2012 © Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 1870-8404. Recuperado el 30 de Noviembre de 2018 desde: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23s2/v23s2a7.pdf>

Obando S (2013). Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 15 de Marzo de 2017 desde: <http://bdigital.unal.edu.co/10308/1/36758490.2013.pdf>

- Pinto, G (2008). Cálculos de estequiometría aplicados a problemas de la realidad cotidiana. Madrid, España. Universidad politécnica de Madrid E.T.S. Recuperado el 20 de septiembre de 2017 en <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Murciencia2008.pdf>
- Pons R; Serrano, J (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. Revista electrónica de Investigación Educativa. 13 (1) Recuperado el 19 de Septiembre de 2017 en <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v13n1/v13n1a1.pdf>
- Pozo, J; Gómez, M (1998) Aprender y enseñar ciencia. Madrid. Ediciones Morata
- Purichia, H. (2015). Problem-Based Learning: An Inquiry Approach. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 9(1). Available at: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1522>
- Ramírez, A. El constructivismo pedagógico. Recuperado el 22 de Septiembre de 2017 en <http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/EI%20Constructivismo%20Pedag%C3%B3gico.pdf>
- RESTREPO G., B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. Revista Educación y Pedagogía. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. Vol. 21, Núm. 53, enero-abril, pág. 103-112.
- Romero, S (2017) Propuesta didáctica de intervención para la utilización de la analogía química – cocina como recurso didáctico para trabajar de manera contextualizada los contenidos de Física y Química de 2º ESO. Universidad Internacional de la Rioja. Recuperado el 21 de Septiembre de 2017 en <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4657/ROMERO%20TISSER A,%20SILVANA%20VERONICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sampieri R. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Mc Graw Hill Education
- Savin-Baden, M; Major, C.(2004). Foundations of problem-based learning. McGraw-Hill Education (UK). Recuperado el 9 de junio de 2019 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unal/reader.action?docID=295468&ppg=1&query=Foundations%20of%20problem-based%20learning.#>

Skoog D; West D; Holler F, Crouch S (2005) Fundamentals of analytical chemistry. Eighth Edition. Thomson. Recuperado el 3 de diciembre de 2018 de <https://www.pdfdrive.com/fundamentals-of-analytical-chemistry-e4247428.html>

Torp, L; Sage S (2007).El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria. Buenos Aires – Madrid. Amorrortu editores. Recuperado el 24 de noviembre de 2018 en <https://docentesalbatros.files.wordpress.com/2018/01/torp-y-sage-el-aprendizaje-basado-en-problemas.pdf>

Vargas, A. (2009) Métodos de enseñanza. Innovación y experiencias educativas 15 (2) Recuperado el 20 de Noviembre de 2018 [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40163319/ANGELA_VARGAS_2.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543694276&Signature=0Ba%2FZhMqMJASFW92Gg2aA4fF7dA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPlantilla para articulos en la Revista D.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40163319/ANGELA_VARGAS_2.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543694276&Signature=0Ba%2FZhMqMJASFW92Gg2aA4fF7dA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPlantilla_para_articulos_en_la_Revista_D.pdf)