

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
VICERRECTORADO
CENTRO PSICOPEDAGÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN
EN EDUCACIÓN SUPERIOR (C.E.P.I.E.S.)



LOS SIMULADORES QUÍMICOS PARA LA
COMPRENSIÓN Y PREDICCIÓN DEL EQUILIBRIO
IÓNICO: ÁCIDO – BASE, EN LOS ESTUDIANTES QUE
CURSAN LA MATERIA DE QUÍMICA GENERAL

Investigación Final de Postdoctorado para optar a la certificación académica de Postdoctor
en Filosofía, Ciencia y Tecnología

POSTDOCTORANTE: ALBERTO LEANDRO FIGUEROA SOLIZ, Ph.D.

LA PAZ – BOLIVIA

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
VICERRECTORADO
CENTRO PSICOPEDAGÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN
EN EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE BREMEN

Investigación Final de Postdoctorado:

LOS SIMULADORES QUÍMICOS PARA LA
COMPRENSIÓN Y PREDICCIÓN DEL EQUILIBRIO
IÓNICO: ÁCIDO – BASE, EN LOS ESTUDIANTES QUE
CURSAN LA MATERIA DE QUÍMICA GENERAL

Para optar a la certificación académica de Postdoctor en Filosofía, Ciencia y Tecnología del Postulante:

ALBERTO LEANDRO FIGUEROA SOLIZ

Nota Literal :

Significado de Calificación :

Director CEPIES:

Coordinador de Postdoctorado..... ..

Tribunal:

Tribunal:

Tribunal:

La Paz,de de 2022

DEDICATORIA

A mis seres queridos: Alberto y Betty
Violeta, Kahalil, Gybrahn y Faryth
Nelson, Edwin y Yobany.

Fuente de la inmensa energía que me
proporcionan para seguir por el
camino de la vida y la investigación
científica en este mundo académico.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, mi alma mater, donde me formé académicamente y me da la oportunidad de estar en el mundo de la enseñanza y la investigación.

Al CEPIES por permitirme ser partícipe de los espacios de profunda reflexión filosófica y científica con el fin de generar y retroalimentar conocimientos.

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés por darme la oportunidad de realizar la presente investigación.

Al M.Sc. Héctor Cortez, Director de la Carrera de Ingeniería Agronómica por la permanente colaboración en el desarrollo de la investigación.

A los estudiantes de la materia de Química General de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés correspondiente a las gestiones II-2018 y I-2019.

A la M.Sc. Wendy Sepúlveda por la colaboración de la construcción de la aplicación, herramienta central en la investigación.

A los colegas docentes que se dedican a la enseñanza de la Química que fueron participes en la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema de investigación	2
1.2.1 Formulación del problema de investigación	4
1.3 Hipótesis de la investigación	4
1.4 Determinación de variables	5
1.4.1 Conceptualización de variables	5
1.4.2 Operacionalización de variables	5
1.5 Objetivos de la investigación.....	6
1.5.1 Objetivo general	6
1.5.2 Objetivos específicos	6
1.6 Alcance de la investigación	7
1.7 Justificación	7
CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE	10
2.1 Antecedentes	11
2.2 La Filosofía de la Ciencia hacia la Química	12
2.3 Comprensión, Interpretación y Predicción	16
2.4 Ejercicio, Problema y Resolución	18
2.5 Estudios previos	20
2.6 Didáctica Universitaria – Didáctica de la Química	22
2.6.1 Estrategia Didáctica: POGIL	25

2.6.2 Recursos didácticos	28
2.6.3 Los simuladores	29
2.6.4 Simuladores Químicos	30
2.7 Logros de investigaciones	32
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.1 Primera parte: Diseño y construcción del simulador químico	40
3.1.1 Diagnostico de percepción de estudiantes	42
3.1.2 Trabajo en gabinete	44
3.1.3 Validación por expertos	47
3.2 Segunda parte: Implementación del simulador químico	51
3.2.1 Metodología	54
3.2.2 Recolección de datos e información	56
CAPÍTULO IV CALCULOS Y RESULTADOS	58
4.1 Percepción de los estudiantes respecto a los simuladores	59
4.2 Validación del simulador químico	64
4.3 Implementación del simulador químico	67
CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES	76
6.1 Conclusiones del primer objetivo específico	77
6.2 Conclusiones del segundo objetivo específico	78
6.3 Conclusiones del objetivo general	79
6.4 Validación de la hipótesis	80

6.5 Aporte de la investigación	80
6.6 Recomendaciones	81
BIBLIOGRAFIA – WEBGRAFÍA	82

ANEXO

Anexo 1 Cuestionario para determinar las percepciones que tienen los estudiantes respecto a los Simuladores y su utilidad en la materia de Química General.	88
Anexo 2 Asistencia al taller: Simuladores Químicos y su utilidad en el aprendizaje	89
Anexo 3 Matriz con resultados para la determinación de los expertos	90
Anexo 4 Planilla de validación del simulador químico mediante experto	91
Anexo 5 Batería de ejercicios de Química	92
Anexo 6 Matriz con resultados de la validación del simulador químico mediante expertos	99
Anexo 7 Instrumento de evaluación para la comprensión y predicción	100
Anexo 8 Lista de alumnos: Materia de Química General e Inorgánica	102
Anexo 9 Guía de trabajo y evaluación O2 y O6 para la actividad teórica y ejercicios de los grupos experimental G1 y control G2	103
Anexo 10 Guía de trabajo y evaluación O3 y O7 para la actividad en laboratorio de los grupos experimental G1 y control G2	107
Anexo 11 Imágenes del Simulador Químico con diferentes opciones de cálculos	111

FIGURAS

Figura 1 Líneas de investigación de la Didáctica de la Química	24
Figura 2 Desarrollo de la investigación	40
Figura 3 Esquema: Proceso de la investigación, primera parte	41

Figura 4 Esquema: Diagnóstico de percepción de estudiantes	42
Figura 5 Estudiantes de la materia de Química General participando en el taller sobre los simuladores químicos	43
Figura 6 Esquema: Trabajo de gabinete	44
Figura 7 Ejemplo de determinación del pH de una solución tampón de manera inextenso	45
Figura 8 Página de inicio del simulador químico desarrollado en Microsoft Excel	46
Figura 9 Determinación del pH para soluciones buffers desarrollado en Microsoft Excel	47
Figura 10 Esquema: Validación por expertos	47
Figura 11 Esquema: Proceso de la investigación	52
Figura 12 Esquema: Determinación de Grupos experimental – control	53
Figura 13 Esquema: Preparación de instrumentos de evaluación	53
Figura 14 Esquema: desarrollo del experimento	54
Figura 15 Grupo control y experimental en trabajo	57
Figura 16 Usted tiende a utilizar las TICs para complementar el estudio	59
Figura 17 Considera que utilizar simuladores le ayudaría comprender el fenómeno químico	60
Figura 18 Si bien los simuladores son destinados para PC, consideraría buena opción para sus estudios tener simuladores químicos en aplicaciones para celulares	60
Figura 19 Los simuladores en química deben ser capaz de abarcar los diferentes aspectos relacionados con el tema y con la profundidad que amerita sus estudios en la universidad.	61
Figura 20 Que es lo mas importante en los simuladores	61

Figura 21 Considera que los simuladores deben estar relacionados lo mejor posible con los casos que se detallan en teoría y laboratorio	62
Figura 22 Pantalla de inicio del simulador químico en la aplicación	63
Figura 23 Determinación del pH para soluciones ácido fuerte	63
Figura 24 Secuencia del desarrollo de grupo experimental G1 y grupo control G2 respecto de la media de las evaluaciones	69
Figura 25 Determinación de la comprensión C y predicción P en pre test y post test en los grupos experimenta G1 y control G2	69

CUADROS

Cuadro 1 Cuestionario para estudiantes	43
Cuadro 2 Criterios para la validación mediante expertos	49
Cuadro 3 Relación de criterios de valoración y conclusión	73

TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	6
Tabla 2 Diferencias entre ejercicios y problemas	19
Tabla 3 Principales laboratorios virtuales y simuladores	31
Tabla 4 Ejemplo de planteamiento de ecuaciones matemáticas para la determinación del pH de soluciones tampón	45
Tabla 5 Determinación de pH en 14 diferentes tipos de soluciones	46
Tabla 6 Valores de coeficientes de competencia “k” obtenido por los expertos	49
Tabla 7 Características generales de los grupos: experimental y control	55
Tabla 8 Determinación prueba t student en los grupos experimental y control	56
Tabla 9 Relación de resultado esperado y resultado de prueba	63

Tabla 10 Validación mediante expertos componente comprensión	65
Tabla 11 Validación mediante expertos componente predicción	65
Tabla 12 Coeficiente de confiabilidad obtenida en la validación mediante criterio de expertos	66
Tabla 13 Análisis de la validación mediante expertos	66
Tabla 14 Prueba t student para grupo experimental y grupo control en pre test	67
Tabla 15 Prueba t student para grupo experimental y grupo control en la primera evaluación	67
Tabla 16 Prueba t student para grupo experimental y grupo control en la segunda evaluación	68
Tabla 17 Prueba t student para grupo experimental y grupo control en post test	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar el impacto de los simuladores químicos como herramienta en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico. Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General; para este efecto participaron estudiantes del Paralelo “C” del primer semestre de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés en las gestiones II/2018 y I/2019. La percepción de los estudiantes se enmarca en una aceptación a la utilización de los simuladores en la enseñanza de la química por considerar una herramienta motivadora y útil para comprender analizar e interpretar los resultados del fenómeno químico con la profundidad que amerita el tema los cuales pueden aplicarse en teoría y laboratorio mediante una computadora, los celulares y tablet. Posteriormente tras el diseño y construcción del Simulador Químico en trabajo de gabinete se procedió a la validación del simulador mediante el criterio de expertos con la participación de 25 docentes dedicados a la enseñanza de la Química. La validación mediante el criterio de expertos se realizó en dos dimensiones: comprensión y predicción, en ambos casos se obtuvieron valoraciones de aceptable; de manera general el Simulador Químico alcanza un coeficiente de confiabilidad de aceptable según el criterio de expertos pudiendo ser utilizado como un recurso pedagógico en la Química. Para la implementación del Simulador Químico, se aplicó un diseño experimental constituyendo dos grupos con características similares en su composición; el grupo experimental utilizó el Simulador Químico mientras el grupo control se desarrolló de manera tradicional utilizando la pizarra. El pre test determinó que los dos grupos tienen un nivel de conocimiento bajo referente al tema a desarrollar; el post test muestra resultados con niveles de puntuaciones superiores al pre test, en ambos grupos, obteniendo el grupo experimental mejores resultados que el grupo control. El post test también permite determinar que los niveles de comprensión son superiores en el grupo experimental los cuales les permiten realizar predicciones de mejor manera en situaciones variadas. Se podría concluir que la implementación del Simulador Químico en el aprendizaje de la Química tiene un impacto que se traduce en la obtención mejores resultados en los aprendizajes de los estudiantes.

Palabras claves: Simuladores, Percepción, Interactividad, Comprensión, Equilibrio Iónico, Química.

SUMMARY

The present investigation was carried out with the purpose of determining the impact of chemical simulators as a tool in the understanding and prediction of Ionic Balance. Acid - Base, in the students who study the subject of General Chemistry; For this purpose, students from the “C” Parallel of the first semester of the Agricultural Engineering Career of the Universidad Mayor de San Andrés participated in negotiations II / 2018 and I / 2019. The perception of the students is framed in an acceptance of the use of simulators in the teaching of chemistry as it is considered a motivating and useful tool to understand, analyze and interpret the results of the chemical phenomenon with the depth that the subject merits, which can be applied in theory and laboratory using a computer, cell phones and tablets. Subsequently, after the design and construction of the Chemical Simulator in cabinet work, the simulator was validated using the criteria of experts with the participation of 25 teachers dedicated to teaching Chemistry. Validation by expert criteria was carried out in two dimensions: comprehension and prediction, in both cases acceptable scores were obtained; in general, the Chemical Simulator achieves an acceptable reliability coefficient according to the criteria of experts and can be used as a pedagogical resource in Chemistry. For the implementation of the Chemical Simulator, an experimental design was applied, constituting two groups with similar characteristics in their composition; the experimental group used the Chemical Simulator while the control group developed in a traditional way using the blackboard. The pretest determined that both groups have a low level of knowledge regarding the topic to be developed; the post test shows results with higher levels of scores than the pre test, in both groups, obtaining the experimental group better results than the control group. The post test also allows determining that the levels of understanding are higher in the experimental group, which allow them to make better predictions in various situations. It could be concluded that the implementation of the Chemical Simulator in the learning of Chemistry has an impact that translates into obtaining better results in student learning.

Keywords: Simulators, Perception, Interactivity, Comprehension, Ionic Balance, Chemistry.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El presente trabajo de investigación nace como consecuencia de los nuevos tiempos que estamos viviendo, donde la tecnología en diferentes áreas tiene fuerte incidencia en el quehacer de la humanidad como es el caso de la industria, las comunicaciones, la educación y la salud entre otros, en el ámbito de la investigación científica podemos utilizar una serie de equipos de última generación como ser: microscopios 3D, absorción atómica, analizadores y muchos de ellos con base a la inteligencia artificial que permiten ampliar la frontera de nuevos conocimientos. Pero también nos encontramos con una generación que prácticamente vive con los instrumentos tecnológicos, nos referimos a las generaciones millenials y centenials que son considerados nativos digitales que han desarrollado cualidades relacionadas con el uso de las tecnologías de manera que el desarrollo de sus actividades se encuentra siempre relacionada con estos instrumentos tecnológicos. Es en ese sentido que la formación profesional y el desarrollo de las ciencias deben experimentar ajustes que permitan aprovechar estas nuevas condiciones para obtener mejores resultados en la asimilación de conocimientos en disciplinas científicas como es la Química en busca de desarrollar nuevos entornos innovadores que permita al estudiante pueda comprender y predecir resultados en los fenómenos químicos.

1.2 Planteamiento del problema de investigación

La Química es una ciencia de carácter experimental perteneciente a las ciencias exactas que estudia a la materia en los cambios y transformaciones que se realizan a nivel atómico – molecular en un espacio micro el cual se manifiesta a nivel macro con el cambio de estado, propiedades físicas y químicas, colores, precipitados, generación o absorción de energía entre otros. Todo este fenómeno químico ocurre en base a leyes, principios, teorías que rigen el comportamiento químico de la materia.

La educación del colegio a nivel secundario en el área de ciencias exactas no es la adecuada como para seguir un nivel de formación profesional de manera directa por la

deficiencia de una base de conocimientos relacionados con la Química; la falta de estrategias de estudio por parte de los estudiantes también incide en el desarrollo del curso de Química, ante este panorama muchos estudiantes tienden a mecanizarse y memorizar el estudio de la Química, es decir carecen de habilidades de un razonamiento lógico, lectura comprensiva y estudio inteligente que les permita aplicar los conocimientos en la resolución de problemas como en la realización de los laboratorios. Este panorama muchas veces lleva al fracaso académico de los estudiantes en ciencias básicas que se presenta por varios semestres teniendo su consecuencia en el rendimiento académico.

Todo ello conlleva al problema que los estudiantes no logran un aprendizaje significativo con la capacidad de comprender el fenómeno químico, por lo tanto se vuelve dificultoso explicar lo ocurrido como también se hace complicado predecir otras situaciones, entonces buscan como una salida ante esta situación pedagógica la memorización y mecanización de los procesos químicos.

Referente a los laboratorios de Química, se tiene ausencia de condiciones para el desarrollo, donde los equipos y los reactivos son limitados impidiendo realizar diferentes prácticas de laboratorio y formar grupos de trabajos en función de la disponibilidad de materiales de laboratorio. También debemos indicar que existe un elevado número de estudiantes registrados para el laboratorio.

Pero también podemos indicar que la Química es una ciencia básica debido a la aplicación específica de los conocimientos en otras áreas del conocimiento como ser el estudio de: la industria, el medio ambiente, la agronomía, la biología y otras ciencias. En este caso específico uno de los conceptos que es utilizado en estas áreas del conocimiento es el pH (potencial de hidrogenación) que permite determinar el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias el cual se desarrolla en el tema de Equilibrio Iónico: Ácido – Base. Este tema presenta teorías, definiciones relacionadas a los ácidos y bases así como la fuerza, la constitución de las sales en su variada composición, las titulaciones y tampones o buffers.

Entonces se pretende desarrollar un simulador químico que aborde estos conceptos y los apliquen en los diferentes casos donde las soluciones varíen en función de su constitución

como también su concentración y puedan proporcionarnos resultados, que permitan constituirse como predicciones que orienten a los estudiantes para posteriormente ser demostrados de manera clásica. Si bien tenemos simuladores químicos comerciales en el internet, estos tienen un nivel muy general que no permiten desarrollar casos con variabilidad de datos, siendo limitados en su uso.

Todo este nuevo enfoque que presenta la Química está dentro la denominada Química Educacional como la base al desarrollo de las otras especialidades que constituyen la Química, de esta manera se deja la exclusividad del estudio tradicional de la Química en el laboratorio, puesto que ahora con ayuda de la computadora, tablets y los celulares podemos simular actividades de reacciones y predecir resultados de manera tal que la experiencia sea más significativa. Por lo tanto investigamos la relación de los simuladores químicos que tendría en el aprendizaje significativo respecto a la comprensión y predicción del fenómeno químico.

Si bien a nivel internacional se aprecia estudios sobre la implementación de los simuladores químicos en la enseñanza de la Química en los nivel de secundaria y universidades; en Bolivia no se tiene investigaciones publicados sobre este tema lo cual amerita estudiar sobre la implementación de los simuladores químicos y la relación con la comprensión en el aprendizaje en los estudiantes universitarios.

1.2.1 Formulación del problema de investigación

Por lo expuesto anteriormente se tiene la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el impacto de los Simuladores Químicos como herramienta para la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General?

1.3 Hipótesis de la investigación

En el presente trabajo de investigación se plantea la siguiente hipótesis general o teórica del tipo causal:

La implementación de los simuladores químicos en el desarrollo del Equilibrio Iónico: Ácido – Base permitiría una mejora de manera significativa la comprensión y predicción por los estudiantes que cursan la materia de Química General.

1.4 Determinación de variables

Se determina como:

Variable independiente: Simulador químico

Variable dependiente: Comprensión y predicción en los estudiantes.

1.4.1 Conceptualización de variables

Simulador químico: Es un sistema que combina una serie de ecuaciones matemáticas, algoritmos, ecuaciones químicas y un soporte computacional para reproducir el comportamiento de un fenómeno químico con ciertas condiciones, permitiendo al estudiante manejar dicho sistema y entrenarse de manera que ayude a generar una reproducción precisa de lo estudiado.

Comprensión y predicción: La comprensión es un proceso de creación mental por el que, partiendo de ciertos datos se realiza un constructo de una imagen de lo tratado y su interrelación. Para ello es necesario dar un significado a los datos que recibimos en forma de información a ser utilizada para su comprensión. En base a este constructo es posible realizar predicciones, entendiéndose como la expresión que anticipa aquello que supuestamente va a suceder.

1.4.2 Operacionalización de variables

Las variables de estudio fueron operacionalizadas en: Dimensión, Indicadores y Escala, (Tabla 1) los cuales permitió orientar la construcción de los instrumentos a ser utilizadas en la investigación.

Tabla 1
Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala
Simulador Químico	Ecuaciones matemáticas - químicas	Número o porcentaje de pertinencia de las ecuaciones.	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
	Soporte computacional	Número o porcentaje relacionado con el soporte computacional.	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
	Sistema que permita la reproducción precisa de lo estudiado	Número o porcentaje del tipo.	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Comprensión y predicción en los estudiantes	Comprensión	Identifica las propiedades, relaciones y procedimientos a seguir. Evaluación continua.	1= Inadecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Muy adecuado
	Predicción	Infiere comportamientos y resultados de manera anticipada. Evaluación continua.	1= Inadecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Muy adecuado

Fuente: Propia

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar el impacto de los simuladores químicos como herramienta en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General.

1.5.2 Objetivos específicos

Diseñar un simulador químico que permita la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base para los estudiantes que cursan la materia de Química General.

Evaluar la Implementación de un simulador químico en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General.

1.6 Alcance de la investigación

El objeto de estudio: Estudiantes de la materia de Química General.

Dimensión Espacial: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera Ingeniería Agronómica, estudiantes del primer semestre de la materia de Química General.

Dimensión Temporal: El periodo a desarrollar la investigación entre los meses de noviembre de 2018 a agosto de 2019.

Dimensión Temático: Química; Química General; Equilibrio Iónico Ácido – Base; en el marco de la Química Educativa.

1.7 Justificación

El desarrollo de las materias en el área de ciencias exactas como es el caso de la Química muchas veces se centran en los aspectos de la parte matemática – procedimental aplicando ecuaciones, logaritmos entre otros, sin desmerecer que es importante pero a raíz de ello el estudiante tiende a memorizar la resolución de los problemas dejando de lado el análisis crítico – reflexivo desde el planteamiento del problema y fundamentalmente en la interpretación de los resultados obtenidos, siendo que estos valores numéricos tienen un sentido para estudios posteriores. Entonces la presente investigación pretende reorientar esta tendencia estudiantil utilizando herramientas tecnológicas de uso frecuente como son los celulares inteligentes y tablets con fines académicos, aprovechando los recursos que disponen estos equipos, para que en base a una planificación adecuada en la organización de la clase se pueda empezar a desarrollar una comprensión más adecuada y predicción pertinente. Pero además, la motivación de la investigación va más allá en el sentido de construir una aplicación que responda a las necesidades del contenido de la materia para

un nivel académico universitario de manera que llegue a complementarse en el desarrollo del tema.

Expuesto los motivos que sigue la presente investigación, podemos indicar que la relevancia se da en el desarrollo de la Educación Química en base a dos pilares que son: tecnológico y generacional, este último con estudiantes que tienen como parte de su vida cotidiana el uso de la tecnología; por lo que tenemos:

Relevancia de la investigación: El estudio de la Química requiere de una serie de habilidades que el estudiante deba desarrollar entre las que podemos indicar: conocimiento de la nomenclatura que permita escribir fórmulas químicas que representen a las diferentes sustancias químicas, leyes y principios como teorías que interpretan el comportamiento de la materia, lectura comprensiva, habilidad para realizar el cálculo matemático y la interpretación de los resultados intermedios como finales del fenómeno estudiado. Todo lo indicado anteriormente es aplicado posteriormente en diferentes especialidades como son: la industria, la agronomía, la bioquímica entre otras áreas del conocimiento. Uno de los temas que se desarrollan en la materia de Química es el Equilibrio Iónico: Ácido – Base que está relacionado con el estudio del pH (potencial de hidrogenación) que determina el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias y que es aplicado en las materias de especialidades como también en diferentes análisis químicos, es en este sentido que la investigación se centra en este apartado de la Química por lo que se considera relevante la investigación.

Interés socio-académico de la investigación: En la actualidad, los estudiantes utilizan con mucha frecuencia el internet desde sus computadoras o celulares, siendo fundamentalmente las redes sociales como son: Facebook, WhatsApp, Telegram entre otros los más frecuentados para realizar comunicaciones como también compartir información en los grupos que ellos crean. Sin embargo estas herramientas son utilizadas de manera preferente para sus actividades sociales, pero ahora pueden ser utilizadas de mejor manera en el ámbito académico como apoyo en el desarrollo de los diferentes temas de las materias que cursan en la universidad y en este caso específico en la Química, para

este efecto la construcción de aplicaciones o archivos especializados pueden ser muy importante para el estudiante, considerando que los estudiantes de esta generación buscan nuevos recursos educativos como ser: videos tutoriales, laboratorios virtuales y aplicaciones entre otros que los motivan y ayudan a comprender en el desarrollo de los contenidos de las materias que cursan; por lo tanto consideramos pertinente esta investigación.

Interés científico y la novedad que se plantea en la investigación: Si bien se tienen simuladores en Química que podríamos encontrar en el internet, en diferentes temas y en específico en el Equilibrio Iónico: Ácido – Base, estos podemos considerarlos muy limitados respecto al desarrollo de los casos y los valores que presentan, es decir solo es aplicable a ciertas soluciones de manera limitada y de concentraciones también limitada, por lo que no es posible utilizarlos en casos variados, esto prácticamente limita su utilización; además de no tener una extensión completa en el contenido del tema de estudio llegando a ser demasiado específicos en un solo caso.

Por lo tanto el interés científico está dado a partir de la construcción de un simulador que englobe todos los casos que se presentan en el estudio del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, para tal efecto también se tomará en cuenta las apreciaciones que tienen los estudiantes respecto al futuro simulador. La novedad está centrada en la construcción de un nuevo simulador inédito que responda a las exigencias académicas como también en la utilización sencilla y concreta que se puede lograr.

Impacto de la investigación: Referente al impacto, consideramos que el simulador construido puede constituirse en una herramienta para comprender los diferentes aspectos relacionados al Equilibrio Iónico: Ácido – Base por parte de los estudiantes que desarrollan este tema dentro el programa de la Materia de Química General. Este simulador puede ser utilizado en la verificación de resultados, en el desarrollo de las clases teóricas, en la realización de ejercicios y fundamentalmente en el laboratorio de Química de esta manera comprender y predecir resultados de las experiencias realizadas.

CAPÍTULO II
ESTADO DEL ARTE

CAPÍTULO II ESTADO DEL ARTE

2.1 Antecedentes

Los avances científicos en todas las áreas del conocimiento se van desarrollando vertiginosamente como resultados de una profunda reflexión y cuestionamiento que experimenta el mundo científico; de manera simultánea se tiene un desarrollo tecnológico de vanguardia apoyado por los sistemas informáticos, el internet, software de última generación, los móviles, las tecnologías de la comunicación y la información que proporcionan un permanente contacto en las comunidades científicas. Así mismo el contexto social a nivel mundial se encuentra experimentando permanentemente cambios en las políticas de los gobiernos nacionales los cuales permiten emerger como consecuencias de esta acción nuevas exigencias del contexto social; es entonces que las universidades deben hacer lectura de este comportamiento social y buscar respuestas que permitan solucionar los nuevos problemas emergentes desde la formación de los nuevos profesionales con las correspondientes competencias, pero también es obligación de la universidad delinear y ejecutar las investigaciones pertinentes acordes a esta nueva realidad.

La Química es una ciencia natural de carácter experimental que tiene como objeto de estudio a la materia en la transformación, reacción como también en la generación de energía; en base a principios, teorías, leyes que responde al fenómeno químico aplicado. También se indica que es una ciencia básica debido a proporcionar sus conocimientos a diferentes áreas los cuales pueden aplicarlos de manera específica como ser: Farmacología, Bioquímica, Productos naturales, Agronomía, Medio ambiental, Petrolera, Industria, Medicina entre otras. El aspecto experimental permite aplicar los conceptos teóricos en los laboratorios donde se interactúa con los reactivos, instrumentos, equipos obteniendo datos como resultado del proceso; pero también se da en la naturaleza muchos fenómenos químicos como ser: la lluvia ácida, la fotosíntesis, el efecto invernadero, contaminaciones medio ambientales entre otros. Entonces, los estudiantes para continuar sus estudios en estas áreas especializadas deben tener un conocimiento consolidado de

Química el cual les permita responder y aplicar a las exigencias propias de estas especialidades. La Química es una asignatura que está presente en los planes de estudios del ciclo de secundaria del colegio en nuestro país, siendo desarrollado el mismo en un tiempo de 4 años (desde el curso segundo de secundaria hasta el sexto de secundaria), pero el nivel de desarrollo está más en el marco de cultura general que no puede ser considerado una base para continuar estudios superiores por el desarrollo muy superficial de los temas abordados en la materia de Química.

2.2 La Filosofía de la Ciencia hacia la Química

El desarrollo de la ciencia en lo filosófico ha experimentado una serie evolutiva en el transcurso del tiempo, pero además influenciado por el contexto de la actividad de las diferentes áreas del conocimiento; desde la época helenística con Pirron de Elis perteneciente a la corriente escéptica para decantar en el racionalismo y el empirismo en los siglos XVII y XVIII, en ese sentido Mellado y Carracedo (1993) indican que en el racionalismo destaca la razón y el constructo mental para fundamentar el conocimiento, teniendo inicialmente a Descartes como su exponente y posteriormente Kant con el idealismo transcendental donde establece que la experiencia puede complementarse en las estructuras mentales transcendentales para llegar a un nivel de necesidad y universalidad que debe tener el método científico; se considera que el conocimiento constructivista emerge con Popper (falsacionismo) en un momento de transición, luego Lakatos implementa la metodología de la investigación, Laudan con sus tradiciones de la investigación, Toulmin con el evolucionismo y Kuhn con el revolucionismo; mencionan que en la época contemporánea se tiene posiciones relativistas de la filosofía con el anarquismo epistemológico de Feyerabend negando el conocimiento universal. La línea empirista con sus exponentes: Bacon, Hobbes, Hume y Locke justifican el conocimiento a partir del dato obtenido como resultado de las experiencias siendo inductivas y riguroso con una lógica matemática, teniendo un impacto a inicios de nuestro siglo en el Círculo de Viena o el neopositivismo lógico. (Mellado y Carracedo, 1993, p. 332-333).

De manera general, la filosofía de la ciencia emerge con áreas del conocimiento clásicas que marcaron los primeros lineamientos científicos, Labarca (2005) hace referencia de la siguiente manera:

La filosofía de la ciencia se ha diversificado y ramificado en diversas disciplinas dedicadas a analizar los problemas filosóficos de las ciencias especiales: en la bibliografía contemporánea encontramos filosofía de la física, de la biología, de la matemática, etc. Sin embargo, la filosofía de la química se encuentra generalmente ausente en esa lista. (Labarca, 2005, p. 155).

El argumento para que la Física sea considerada ciencia esta en las leyes universales a diferencia de la Química, Dirac (1929) indica: “Las leyes físicas fundamentales necesarias para la teoría matemática de una gran parte de la física y la totalidad de la química [son] completamente conocidas desde la mecánica cuántica” (Dirac, 1929, p. 714), estas leyes físicas por lo tanto a partir de la traducción en ecuaciones matemáticas se hacen universales y son aplicadas también en la Química como es el caso del estudio del átomo. Entonces la Filosofía de la Química fue considerada como parte de la Filosofía de la Física por el hecho que estas ciencias están muy relacionados con el objeto de estudio que es la materia, sin embargo, para Vivas-Reyes (2009), se inicia un movimiento que permita separarlas estas dos áreas del conocimiento, “En este contexto, existe una serie de pioneros de la filosofía de la química tales como Eric Scerri, Nikos Psarros y Jaap van Brakel, quienes entendieron la necesidad de tener una filosofía química, independiente de otros tipos de filosofías de la ciencia, especialmente de la filosofía de la física” (Vivas-Reyes, 2009, p. 126) de esta manera la Química inicia un proceso de separación de la Física en lo filosófico, con el argumento principalmente que la Física tiene leyes universales que se traducen en formulaciones matemáticas, siendo que es necesario para ser considerado como una ciencia autónoma los cuales no presenta la Química, pero debemos decir que la Química presenta leyes de carácter tal que permite entender y explicar las propiedades de los diferentes elementos así como también los compuestos, en esa línea la tabla periódica es considerada una ley autónoma para la Química, “De esta forma, la ley de periodicidad se mantiene como una ley autónoma de la química.” (Scerri, 2000, p. 523).

A partir de las leyes que tiene la Química con sus características propias, Labarca (2005) indica que “cada ciencia, y aún cada teoría, opera sobre su propio nivel ontológico donde las entidades y regularidades referidas por la teoría pueden ser consideradas legítimamente como reales.” (Labarca, 2005, p. 163) lo cual permite inferir que la Química se libera de la Física desde el punto de vista ontológico dentro el conocimiento científico y generar su propia metodología de la investigación.

Caracterizado la Filosofía Química de las otras ciencias, se estructura la Educación Química que tiende a utilizar modelos para la comprensión del fenómeno químico con una aproximación al objeto real de estudio, siendo que la Química por su naturaleza explica de mejor manera el fenómeno químico que la física, en otras palabras, las explicaciones y modelos en química son genuinamente específicos del nivel químico, son autónomas de las explicaciones y modelos en la física (Scerri, 2000). Estos modelos permiten la comprensión del conocimiento de manera significativa y posteriormente predecir; “La capacidad de predicción ha sido considerada uno de los puntos positivos de toda ciencia.” (Villaveces, 2000, p. 21) este es uno de los argumentos de la Física que mediante la matematización utilizando ecuaciones diferencias es posible predecir enteramente el futuro como es el caso de la trayectoria del cometa Halley que cada 75 años cumple una órbita, entonces, “la predicción por medio de ecuaciones diferenciales ha sido tema central de la epistemología, que la ha considerado como una de las condiciones de calidad del conocimiento” (Villaveces, 2000, p. 22), sin embargo en la Química también encontramos la predicción y Villaveces (2000) indica: “Mendeleyev predijo la existencia de varios elementos químicos que nadie había observado nunca, describió sus propiedades y dio las condiciones para hallarlos.” (Villaveces, 2000, p. 22), donde evidentemente en el transcurso del tiempo se encontraron dichos elementos que respondían a las características que anteriormente se predijo, utilizando una predicción por clasificación que no necesariamente esta matematizada.

En el marco de la epistemología de la Química se tiende a generalizar el conocimiento, al respecto Villaveces (2000) menciona que:

La epistemología de este problema está inexplorada, y su interés no solo residiría en la comprensión de ese evento mayor de la historia de la química que fue la formulación de la ley periódica, sino en la posible generalización de esta forma de hacer ciencia a las sustancias compuestas. Schummer (1998) enuncia este problema como el de la estructura lógica del conocimiento químico. (Villaveces, 2000, p. 22)

En la actualidad en base a la ley de la tabla periódica se tiene 118 elementos siendo que la primera tabla periódica tenía 63 elementos, al respecto, Labarca (2005) considera que la Educación Química y la investigación científica de la Química experimentaron avances significativos:

La investigación sobre la educación en química ha realizado grandes avances, entre ellos, la utilización de herramientas tecnológicas, la modificación de la estructura de la disciplina, la incorporación de resultados de los estudios cognitivos, el recurso al constructivismo en química, la mejora del trabajo de laboratorio, la utilización de modelos de procesamiento de la información, etc. (Labarca, 2005, p. 166).

En esta línea actualmente se construyen modelos químicos en diferentes formatos con la finalidad de una mejor comprensión del fenómeno químico por parte del estudiante, pero también es importante que la didáctica de la química se complete con la formación docente de manera especializada como afirma Scerri (2001): “No es suficiente entrenar a los educadores en química sólo en los contenidos de química de los cursos, y quizás brindarles algo de psicología educativa. Los docentes de química necesitan ser introducidos en el estudio de la propia naturaleza de la química” (Scerri, 2001, p. 168) los docentes deben tener una visión clara de la dimensión de la Química en la comprensión de la vida, el ser humano y sus necesidades.

2.3 Comprensión, Interpretación y Predicción

La comprensión y la interpretación en el estudio de la Química es muy importante para entender un proceso químico. La comprensión debe llegar hasta lo más pequeño en el estudio, que en nuestro caso es la átomo para luego seguir con las moléculas, la mayoría de los fenómenos químicos se observan de manera externa con cambios de: color, formación de precipitados, generación de calor, eliminación de gases, pero esta forma externa que se aprecia es el resultado de una intensa actividad atómica y molecular dado por la ganancia, pérdida o compartir electrones de los últimos niveles energéticos los cuales generan productos con propiedades físicas y químicas diferentes a los reactivos iniciales. Cataldi y otros investigadores (2013) indican que “La comprensión significa asimilar o incorporar una información nueva a la red de conocimientos existentes que requiere la activación de estructuras de conocimiento previas a las cuales poder asimilar la nueva información.” (Cataldi et al., 2013, p. 458). Entonces para lograr la comprensión es necesario tener conocimientos previos sobre los cuales el nuevo conocimiento llega a interactuar pudiendo provocar una suerte de un desequilibrio cognitivo para que posteriormente se ajuste el sistema procesal cognitivo restableciendo el nuevo equilibrio donde se incorporó el nuevo conocimiento, podríamos decir que es un proceso dinámico permanente en el ser vivo. “Sin embargo, a veces no es posible la comprensión o asimilación de una nueva información porque el estudiante no dispone de los conocimientos previos relevantes o los que activa no son los apropiados.” (Cataldi et al., 2013, p. 459), aquí encontramos el gran problema fundamentalmente en las ciencias exactas como es el caso de la Química, la falta de conocimientos previos relevantes para la comprensión de la Química que pueden darse en el estudiante por una serie de factores que pueden ir desde lo educativo, social, nutricional y psicológico.

Estudios realizados desde las neurociencias abordando el aspecto del aprendizaje en “... pacientes con alta capacidad de cálculo, los resultados muestran que estas personas tienen un aumento notable del flujo sanguíneo cerebral en áreas relacionadas con el procesamiento matemático, lo cual implica que se puede modular la actividad del cerebro con la práctica diaria” (Vargas Vargas, 2013, p. 44), el flujo sanguíneo en el cerebro

permite que a nivel neuronal se proporcione una serie de sustancias químicas necesarias para el proceso sináptico como ser iones, neurotransmisores, energía y glucosa los cuales son necesarios e importantes en el aprendizaje, siendo que todas estas estructuras químicas vienen del aporte nutricional en su proceso metabólico.

Realizando un abordaje desde el ámbito social, específicamente educativo didáctico, se puede indicar que:

Toda situación didáctica desde el enfoque en constructivista debería pasar al menos por las siguientes etapas: a) enfoque: fijación de la atención del alumno sobre sus propias ideas: b) desafío: puesta a prueba de las ideas del alumno por la toma de conciencia del conflicto conceptual, c) verificación: comparación de las utilidades de los conceptos existentes y de los nuevos para la resolución del problema y d) Aplicación: de los nuevos conceptos en contextos similares. (Cataldi et al., 2013, p. 459).

Las etapas que menciona Cataldi (2013) son los que se aplican en la enseñanza de la Química de manera sistematizada, permitiendo un proceso evolutivo en el ámbito cognitivo en los estudiantes de Química, entonces encontramos que la comprensión es un hecho complejo en el estudiante.

Pero también es importante la interpretación del fenómeno Químico el cual nos permitirá predecir diferentes eventos a desarrollarse cuando se puedan modificar ciertas variables inmersas en el estudio pudiendo ser en busca de mejores rendimientos químicos; para llegar a este nivel de abstracción pueden utilizarse simuladores químicos que ayudan de buena manera al estudiante en su formación profesional. “Los alumnos visualizan lo que en teoría explicamos, pueden integrar con la práctica y resolver situaciones problemáticas con mayor entusiasmo y coherencia, no solo aplicando métodos teóricos sin poder reflexionar sobre los resultados obtenidos y su pertinencia.” (Quiroga y otros, 2015, p. 2). Los datos finales o intermedios obtenidos como resultado del análisis químico deben ser interpretados, estos no solo son valores numéricos, son referentes que genera dicho proceso químico sobre los cuales se pueden buscar una mayor optimización a partir de

modificar ciertas condiciones químicas y finalmente tomar una postura; es decir el estudiante en base a la comprensión del fenómeno y los valores numéricos, colores, precipitados que se forma es necesario encontrar un justificativo cualitativo o cuantitativo para en base a los principios y leyes de la Química se pueda tomar una posición.

La predicción es un paso consecuente en el estudio de la Química, donde el estudiante en base a la comprensión e interpretación de la experiencia tenga la capacidad de predecir, al respecto Breska (2018), indica que la predicción está centrada en un proceso neurológico que ocurre principalmente en el sistema límbico del cerebro (interacción entre ganglios basales y cerebelo) que se adaptaron para predecir futuros eventos, donde se desarrollan actividades neuronales bastante ágil que almacenan ciertos patrones de las experiencias (memoria) los cuales permiten predecir resultados en el futuro.

Los estudios de Breska (2018) le permiten afirmar: “Nuestros resultados desafían la idea de que el cerebelo es necesario para cualquier forma de predicción...” en base a esta afirmación los estudiantes son capaces de predecir la diferencia en el comportamientos de ácidos y bases fuertes de los ácidos y bases débiles, además aproximar valores de pH correspondientes a cada solución en función de sus concentraciones y grado de disociación; también Breska (2018) sugiere sobre la “... contribución de los ganglios basales a las predicciones temporales ...”, evidentemente esta afirmación se puede aplicar en las curvas de titulación donde el viraje de color se la reacción química por efecto del indicador se produce en un momento dado como resultado de la reacción química.

2.4 Ejercicio, Problema y Resolución

Los conceptos teóricos, leyes y principios que tiene el estudio de la Química son la base para guiar la interpretación del fenómeno químico desarrollándose en clases teóricas y posteriormente puede aplicarse en el laboratorio, sin embargo, es importante la utilización de estos conceptos teóricos en los ejercicios y problemas de aplicación a efectos de consolidar el proceso. La Química como una ciencia experimental y práctica tiende a desarrollar una serie de ejercicios y problemas los cuales tienen determinadas finalidades

en la estrategia de la enseñanza, al respecto Víctor Huerta (2000) plantea la diferencia existente entre: ejercicios y problemas en el Tabla 2.

Tabla 2

Diferencias Entre Ejercicios y Problemas

	Problema	Ejercicio
Comprensión	No se sabe a primera vista como atacarlo y resolverlo, a veces ni siquiera se ve claro en que consiste el problema	Se entiende de inmediato en que consiste la cuestión y cuál es el medio para resolverlo.
Objetivos	Es que el alumno busque, investigue, utilice la intuición, profundice en el conjunto de conocimientos y experiencias anteriores y elabore una estrategia de resolución.	En que el alumno aplique en forma mecánica conocimientos y algoritmos ya adquiridos y difíciles de identificar.
Aplicación	Están abiertos a posibles variantes, y generalizaciones y a nuevos problemas.	Son cuestiones cerradas
Motivación	Supone una fuerte inversión de energías y de afectividad. A lo largo de la resolución se suelen experimentar sentimientos de ansiedad, de confianza, de frustración, de entusiasmo, de alegría, etc.	No suele implicar la afectividad
Tiempo	Exige un tiempo que es imposible de prever de antemano	Exige poco tiempo y este se puede prever de antemano
Textos	Son escasos	Abundantes

Fuente: Huerta (2000, p. 2)

La diferencia entre el ejercicio y los problemas permiten dentro la estrategia didáctica de la enseñanza de la Química iniciar con los ejercicios los cuales permiten familiarizarse con los conceptos teóricos, determinar la pertinencia de las ecuaciones químicas sin embargo, según Pomés (1991), un ejercicio, con frecuencia permite esclarecer, aplicar y ejemplificar un concepto teórico, pero no favorece el desarrollo cognitivo del estudiante, solamente refuerza lo memorístico. En un nivel superior la aplicación de los problemas es muy importante por exigir al estudiante de cualidades más exigentes que Pomés (1991) menciona como el desarrollo de estrategias de razonamiento, esforzarse en la interacción de la pregunta y el intento de responder a la pregunta.

Esta importancia de exigir al estudiante universitario con la resolución de problemas fundamentalmente en el área de ingeniería se traduce como indica Quintanilla y otros (2014) en:

...la importancia de la solución de problemas como una competencia de pensamiento científico (CPC) imprescindible para el estudiantado de ciencias. En efecto, el aprendizaje acerca del enfrentamiento a la solución de problemas viene siendo, en las últimas décadas, un ámbito de renovado interés en la comunidad internacional de investigación en didáctica de las ciencias. (Quintanilla y otros, 2014, p. 284).

Por lo tanto, el estudiante universitario desarrolla habilidades cognitivas que seguramente en el futuro serán de mucha importancia no solo en el tema a desarrollar sino también en lo profesional en el marco de una formación integral que debemos proponer como docentes.

Debido a ello, se constata la relevancia de promover *competencias de pensamiento científico* (CPC) que permitan al alumno afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades y recursos que a buen término le faciliten, por ejemplo, leer y escribir comprensivamente, pensar y reflexionar teóricamente, explorar con curiosidad, formular nuevas preguntas y problemas, argumentar y explicar conocimiento científico de una manera ágil y comprensiva. (Quintanilla y otros, 2014, pp. 285-286).

2.5 Estudios previos

El papel jugado por la química computacional ha sido referenciado desde la concesión del premio Nobel de Química a Rudolph A. Marcus en 1992 y a Walter Kohn y John A. Pople en 1998 quienes obtuvieron el premio nobel por su trabajo “Electron transfer reactions in chemistry. Theory an experiment” en 1992 (Valles-Sánchez, 2014), en estos casos desde la química teórica que se caracteriza por desarrollar conceptos teóricos fundamentalmente en la química cuántica con un alto nivel de cálculo, ecuaciones diferenciales y operaciones

unitarias recurren al apoyo de la computadora para resolver este complejo sistema de la materia.

En el año 2013 se otorgó el premio nobel en Química a los investigadores: Martin Karplus, Michael Levitt y Arieh Warshel por el desarrollo de modelos químicos complejos (“Development of Multiscale Models for Complex Chemical Systems”) con ayuda de simuladores aplicando teorías de Física y Química. Todo ello demuestra que los resultados de la aplicación de la química computacional no solo pueden ser aplicados de manera exclusiva a la Química pura, también es posible aplicarlos a la farmacología, biología molecular y química orgánica e inorgánica. (Valles-Sánchez, 2014).

Entonces la química computacional proporciona un apoyo determinante en el estudio de la materia desde los complejos cálculos matemáticos hasta realizar simulaciones que permiten una adecuada comprensión e interpretación de la propia química.

La Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica en el año 2012 elabora un Plan de Mejoramiento en el cual se incluye el Programa de Producción Electrónica Multimedial con el objetivo de la realización de buenas prácticas de producción de materiales multimedia entre ellos la construcción de laboratorios virtuales, convocatoria realizada a universidades del mundo, siendo que la Universidad de Colorado en Boulder Estados Unidos, específicamente en el Centro Physics Education Technology, PhET (Tecnología de la educación de la Física) que en sus inicios llega a desarrollar simulaciones aplicativos para Física, apertura su experiencia para otras áreas como la Química, llega a satisfacer las expectativas en el diseño y construcción de los laboratorios virtuales y simuladores. (UNED, 2012).

El trabajo desarrollado por PhET fue exitoso a partir de una planificación adecuada y ágil teniendo reuniones semanales entre los desarrolladores de las aulas virtuales y simuladores con expertos en Física y Química con la finalidad de cumplir estándares de accesibilidad, usabilidad, ambiente amigable, diseño instruccional, mediación pedagógica, pero también la participación de los estudiantes que evaluaron y validaron los productos (UNED, 2012). En la actualidad los productos de PhET tienen una alta

aceptación ofertando una variada posibilidad de experimentos en física, química y biología con un entorno 3D que provoca una inmersión en el laboratorio virtual de Química.

2.6 Didáctica Universitaria – Didáctica de la Química

Si bien la didáctica de manera general es una “ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando.” (Mallart, 2001, p. 7), a partir del diseño curricular constituido por: contenidos, métodos y medios a ser implementados durante la gestión educativa; también, la didáctica está constituido por dos aspectos: teórico y práctico; “El aspecto teórico de la Didáctica está relacionado con los conocimientos que elabora sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Mientras que su aspecto práctico consiste en la aplicación de aquellos conocimientos, en la intervención efectiva en los procesos reales de enseñanza-aprendizaje.” (Mallart, 2001, p. 8). El contenido de la materia es sistematizada en el aspecto teórico, hace referencia al conocimiento a ser transmitido al estudiante; el aspecto práctico está en función de la aplicación en situaciones reales del conocimiento desarrollado.

La Universidad a parte de realizar investigación e interacción social tiene una responsabilidad para con la sociedad en la formación profesional de jóvenes en diferentes áreas del conocimiento como ser: Humanidades, Económicas, Salud y Naturales; todo ello engloba a la Universidad como una institución de Educación Superior, donde cada área del conocimiento tiene sus propias características y complejidades por responder a un conocimiento científico altamente especializado, es en este sentido que los docentes universitarios deben experimentar un desarrollo de ser “especialista de la disciplina” a ser “didacta de la disciplina” (Zabalza, 2011, p. 404), didáctica que solo el docente de la especialidad puede desarrollar en busca de una mejor forma de transmitir sus conocimientos científicos a los estudiantes universitarios. También es necesario considerar la población a la cual se quiere llegar, a diferencia de los ciclos inicial, primaria y secundaria donde la pedagogía engloba una serie de aspectos educativos, en la

universidad la andragogía debiera ser el elemento de referencia dejando de lado a una educación superior casi confinado a una escolarización que actualmente se tienen en la educación superior que en muchos de los casos es todavía conductista.

El profesional que pudiera ser: médico, abogado, arquitectos, bioquímico como especialista tiende a desarrollar la docencia universitaria en base a nuevos enfoques didácticos específicos como resultado de la experiencia y la investigación científica constituyendo competencias especializadas que como docentes las traducen en la innovación de la didáctica universitaria. Para Zabalza (2011, p. 405), el ejercicio de la docencia universitaria es desarrollado por el profesional de una determinada especialidad, desde la enseñanza al aprendizaje que no es fácil, debido a la complejidad propia que tiene la disciplina en su desarrollo, por lo tanto consideramos que la “Didáctica universitaria en el marco de referencia que nos permita desarrollar nuevos enfoques en cuanto a la formación de los docentes universitarios” (Zabalza, 2011, p. 405), entonces, al desarrollar la didáctica universitaria nos encontramos con una complejidad dada por la ciencia específica y muy propia, es en este sentido que la didáctica universitaria tiende a especializarse como es el caso de la Didáctica de la Matemática que por su particularidad construye sus propios métodos, estrategias y recursos para lograr cumplir con sus objetivos y/o competencias en la enseñanza.

En la Educación Superior, podemos identificar áreas que engloban a las Carreras de Ciencias los cuales tienden a desarrollarse en una didáctica de las ciencias, en ese sentido, Carriazo (2004) indica que: “La didáctica de las ciencias, en general, proporciona estrategias aplicables en el aula de clase que permite identificar problemas, replantear y consolidar procedimientos de enseñanza y aprendizaje en cualquiera de las disciplinas de las ciencias experimentales, llámese biología, física, geología o química” (Carriazo, 2004, p. 74), sin embargo las investigaciones en la didáctica de la ciencias de manera específica son pocas debido a especificidad de cada una de ellas, así que Penrose (como se citó en Carriazo, 2004, p. 75) indica que “principios didácticos aspectos como: La finalidad de la educación científica, el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas y los

aspectos evaluativos de los procesos de aprendizaje, entre otros”, son muy importantes en los casos de: Física, Química y Estadística entre otras.

La Didáctica de la Química para ser considerado como una disciplina científica, debe presentar una serie de líneas de investigación como los plantea Carriazo (2004) el cual se traducen en la Figura 1.

Figura 1

Líneas de Investigación de la Didáctica de la Química



Fuente: Carriazo (2004, p. 78)

En las líneas de investigación que muestra la Figura 1 nos centramos en: Enseñanza y aprendizaje por investigación y Prácticas de laboratorio, es donde amerita innovar con la utilización de objetos reales, una serie de métodos y estrategias didácticas acordes a los temas que se desarrollan y en la actualidad podemos apoyarnos con recursos tecnológicos para que el proceso enseñanza y aprendizaje se constituya en un proceso significativo para el estudiante.

La Química mediante el área denominada Química Educativa desarrolla sus propios métodos, estrategias y recursos para comprender el fenómeno del estudio de la materia, de esta manera la Didáctica de la Química construye y desarrolla experiencias reales y

virtuales con un sustento teórico químico el cual es importante para sistematizar la relación enseñanza-aprendizaje con la Química.

2.6.1 Estrategia Didáctica: POGIL

La estrategia didáctica Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) es un proyecto en los cuales varios educadores de materias científicas desarrollaron buscando un cambio en la educación de estas ciencias centrada en el estudiante, se desarrolla en niveles de secundaria como universitario, se origina en 1994 como una estrategia pedagógica planteada por docentes del departamento de química universitaria como resultado de investigaciones en las aulas de química de colegios y escuelas de secundarias de Estados Unidos. (Balaguera, 2017, p. 13-16). El proyecto POGIL declara que: “La misión del Proyecto POGIL es mejorar la enseñanza y el aprendizaje fomentando una comunidad inclusiva y transformadora de educadores reflexivos que diseñan, implementan, evalúan y estudian entornos centrados en el alumno.” (POGIL, 2020, sección sobre el proyecto de POGIL).

POGIL que se indica en español como: Proceso Orientado en el Aprendizaje por Indagación Guiada, responde a la tendencia pedagógica del constructivismo, centrado la actividad en el estudiante que en base a la investigación, análisis, discusión reflexión permite construir los conocimientos, en ese sentido Balaguera (2017) hace referencia a: “El Process oriented guided inquiry learning (aprendizaje guiado basado en la indagación) es una pedagogía centrada en el estudiante basado en el constructivismo y la indagación. Emplea la corriente del "ciclo de aprendizaje", en la cual un estudiante construye su entendimiento siguiendo tres fases esenciales: una fase de exploración, una fase de invención del concepto y una fase de aplicación del concepto descubierto.” (Balaguera, 2017, p. 17). Pero también, esta estrategia debe responder a las características de la enseñanza de la Química previa planificación pedagógica, evidentemente, Brown. S, (2010) (como se citó en Balaguera 2017, p. 16) indica que POGIL “nace como una estrategia en 1994 en los departamentos de química universitarios para cambiar la metodología de la pedagogía clásica centrada en el instructor y su transmisión de

contenidos en un solo sentido. Actualmente el POGIL se ha integrado con éxito en programas que incluyen bioquímica, física, química, matemáticas, anatomía y fisiología, biología y el Marketing”.

Las experiencias sobre la sistematización de POGIL en aplicación a clases de Química con el uso de los simuladores PhET (2020) muestran que los estudiantes se encuentran motivados y desarrollan habilidades que les permiten consolidar el conocimiento, en la cual se observa que el docente cumple funciones de mediador del conocimiento y el estudiante tiene una función dinámica en el proceso formativo.

Actividad del Docente:

El Docente debe organizar diferentes actividades como ser: crear el ambiente o entorno para desarrollar la clase, explica el tema, los objetivos, el contenido, organiza los grupos, prepara todos los recursos didácticos a ser utilizado en la clase y controla el tiempo de las actividades.

Actividades previas:

Los grupos dan la información los cuales procesadas para crear sus propios conocimientos en lugar que el docente les de la información tratando de poner en sus cabezas. Se busca que los estudiantes desarrollen el conocimiento, siendo esto más rico y profundo.

Con estas líneas de acción, se elabora una guía de actividades de la clase con el tema a desarrollar.

Organización de los grupos:

Conformar grupo de tres o cuatro estudiantes donde cada uno de ellos tiene un rol:

El encargado de grupo, cuya función es controlar al grupo y asegurar que todos trabajen, organiza y coordina las actividades.

El operador, cuya función es guiar el manejo del simulador y trabajar en el reporte.

El secretario, es el que registra los datos y respuestas a las preguntas, también entregará el reporte al docente.

Estructura de la clase:

- Iniciar la clase con un ejemplo de la vida real, se aborda la clase y hacer preguntas de control para que los estudiantes respondan.
- Las preguntas están guiadas para consolidar los conceptos y puedan entenderlos. Explicado un caso real, luego apoyarse con algunos ejemplos en pizarra y simulador.
- Estudiantes exploran y usan el simulador en el tema a desarrollar, explorando las funciones y datos, como parte de la actividad de indagación guiada. Verificar que los estudiantes estén aplicando el simulador y funcione.
 - o El docente camina por la clase controlando que todos manejen el simulador.
 - o Viendo el trabajo en grupo.
 - o Contestando preguntas, controlar que todos los grupos trabajen al mismo ritmo, ayudar a los grupos rezagados con otras preguntas para que piensen y analicen, esto se debe explotar, es bueno para manejar de manera correcta el concepto.
 - o Viendo la discusión en los grupos, el trabajo colaborativo de equipo, dialoga y apoya el docente, se genera discusión grupal entre los estudiantes.
 - o Preguntas con clicers apoyado.
 - o Estudiantes comparten respuestas, como resultado del análisis y discusión los cuales serán expuestos por el presentador.
 - o Entregar la guía donde deben anotar los datos del equipo y el rol de cada uno; el trabajo es en un tiempo determinado.
 - o En la exposición si es necesario se corrige y ayuda cuando están manejando los conceptos de manera incorrecta. Luego aclarar en este momento la respuesta.

- Cerrar la clase con retroalimentación. Se puede utilizar diapositivas con aspectos claves del tema en imagen, diagrama, listado, etc.

2.6.2 Recursos didácticos

Los recursos didácticos a los cuales se puede acceder dentro la estrategia didáctica aplicados a la Química son variados, sin embargo, ahora detallaremos de manera específica los que están relacionados con la informática, por las facilidades que presenta esta herramienta tecnológica en el proceso de modelación, aplicación de algoritmos y ecuaciones matemáticas complementadas con el uso de imágenes que permiten crear entornos cercanos a los reales para el estudiante. De manera simultánea la utilización de estas tecnologías genera una motivación en los estudiantes permitiendo abrir un espacio propicio para la asimilación de nuevos conocimientos. Los recursos didácticos computacionales pueden ser: entornos virtuales y simuladores que complementado con la motivación se potencia en los fines educativos formativos. Así mismo Konetes (2010, pp. 23-26) indica que la motivación puede ser importante por que atraviesa el componente aprendizaje disminuyendo el aspecto motivacional intrínseco de manejo del simulador por el solo hecho de participar como el caso de los juegos recreativos; los nuevos usuarios se caracterizan por ser usualmente nativos digitales con facilidades para el manejo de los simuladores educativos y de manera implícita buscar la comprensión permitiendo adaptarse de forma rápida al uso de los simuladores con aprendizajes rápidos y de manera interactivas.

También es importante que estos recursos didácticos al crear una experiencia significativa puedan dejar una imagen mental suficientemente fuerte en el estudiante de manera tal que siempre tendrá presente, entonces podemos indicar que “Promueve la adquisición de habilidades por medio de la experiencia, idealmente en una situación o entorno realista, y puede estimular la reflexión acerca del desempeño. Los estilos y procesos de aprendizaje pueden variar dependiendo del ritmo de los estudiantes, lo cual favorece el aprendizaje individual.” (Osorio, 2012, p. 9)

2.6.3 Los simuladores

Referente a los simuladores, estos tienen una función en base de los algoritmos matemáticos los que en su estructura pueden ser de dos tipos: los globales que encierran una ecuación algebraica compleja capaz de generar varios resultados, por otra parte se tiene a los simuladores modulares que tienden a fraccionar las operaciones en función de un determinado cálculo simplificado y específico para un estudio.

Desde el punto de vista de la didáctica,

La simulación, por tanto, se constituye en una estrategia válida tanto para la formación de conceptos y construcción en general de conocimientos, como para la aplicación de éstos a nuevos contextos a los que, por diversas razones, el estudiante no puede acceder desde el contexto metodológico donde se desarrolla su aprendizaje. (Martinez, 2014, p. 73).

Los simuladores ayudan de gran manera en el proceso enseñanza aprendizaje evitando que las clases sean casi exclusivamente en base a la pizarra y el marcador desarrollando los conceptos de manera totalmente teórica y tradicional, con los simuladores pudiera ser posible interactuar en clases teóricas simulando por ejemplo el comportamiento de los gases cuando se modifican diferentes variables como ser: temperatura y presión en diferentes valores y cómo el sistema gaseoso reacciona, esta forma de desarrollar las clases teóricas producen una motivación al estudiante, pero fundamentalmente la comprensión del fenómeno químico. “Esto supone que los simuladores proporcionan un enfoque motivador y alternativo que puede ser la clave para mejorar la adquisición de unos conceptos que hasta ahora se ha ido demostrando que desde la perspectiva de la clase magistral no se adquieren en su correcta medida.” (Narciso-Linares, P., et al., 2015, p. 891), entonces es posible utilizar estos recursos tecnológicos para optimizar la educación universitaria.

La construcción de los simuladores debe considerar aspectos de los fenómenos del entorno de manera que la información, datos, procedimientos tenga mucha relación con la

situación real, entonces como indica Osorio (2012) un simulador “es una imitación de procesos que se dan en el mundo real, una representación de la forma como opera un sistema o un proceso (lo que incluye los servicios de atención de personas), lo cual exige la creación de modelos que permitan recrear dicha representación; de esta manera, el modelo da cuenta del sistema en sí mismo, mientras que la forma como se representa, compone la simulación.” (Osorio, 2012, p. 4).

2.6.4 Simuladores Químicos

Actualmente, se tienen una variada oferta de simuladores aplicados a la Química en muchos de los casos como laboratorios virtuales los cuales pueden ser comerciales en su mayoría ofreciendo versiones de demostración por un determinado tiempo y con accesos limitados, posteriormente se debe adquirir una versión oficial mediante la cancelación correspondiente. También se identificó simuladores gratuitos generalmente diseñados en formato de páginas web los cuales tienen recursos aplicativos muy limitados para un estudio profundo de la Química.

Los primeros simuladores utilizados en los años 1966 y 1968 tenían características para realizar el balance de materia y de la energía en procesos de forma no dinámicos, posteriormente por los años 70 se difundieron paquetes desarrollados por universidades americanas como ser: CONCEPT y SYMBOL (de la firma CADCO), CHEMSHARE, CHEMTRAN y FLOWTRAN (de Monsanto), PROCESS (de Simulation Science), PROSPRO (del Instituto INTEC) y además otros como GEMCS, GEPOS, PDA y FLOWPACK cuyas características son: mayor estabilidad y cálculos complejos principalmente. Por los años 80 se fueron utilizando de mayor manera estos simuladores llegando a presentar entornos más amigables e intuitivos para el usuario, así mismo la utilización de los simuladores se fue acrecentando vertiginosamente, entre los simuladores más destacados tenemos: CHEMCAD, MICROCHESS, HYSIM, HYSIS, ASPEN. (Martinez, 2014).

En la actualidad se tiene una gama de simuladores comerciales de libre acceso como también los que se debe cancelar por la licencia. En el internet tenemos simuladores en

páginas web que suelen utilizarse en línea, otro grupo de simuladores son programas para instalar en las computadoras y desde allí utilizarlas, algunas de los principales laboratorios virtuales - simuladores son detallados en la Tabla 3.

Tabla 3
Principales Laboratorios Virtuales y Simuladores

Nombre	Empresa	Versión	Idioma	Disponible
QuimiLab	CienyTec	Interactiva internet, computador	Español	http://www.studyroomlabs.com/edu2_quimica_quimilab.htm
VLabQ y QGenerator	Sibeas Soft	Computador	Español	http://www.sibeas.com/prog.php?id=7
Virtual Chemistry Lab	Boyan Mijailov	Computador	Ingles, Bulgaro	http://chemistry.dortikum.net/en/
IrYdium Chemistry Lab	National Science Digital Library	En línea, computador	Español, Inglés, Portugués, Catalán, Francés, Alemán, Gallego	http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=es
Crocodile Chemistry	LVQ	Computador	Español, Inglés Portugués	http://www.crocodile-clips.com/es/Crocodile_Chemistry
Crocodile Chemistry: VirtualChemLa b	Brigham Young University	CD	Ingles	http://chemlab.byu.edu
ChemLab	Model Science Software	Computador	Ingles, Español	http://www.modelscience.com/products.html?ref=home&link=chemlab

Fuente. Elaboración propia en base a Cataldi, (2012, p. 53)

Un adecuado uso de estos simuladores permite recrear de una actividad química, pero también incrementa la motivación a una efectividad en el aprendizaje, entonces, estos

“...recursos pueden convertirse en una poderosa herramienta para lograr en los alumnos el pensamiento crítico o para desarrollar actividades de resolución de problemas o estudio de casos.” (Osorio, 2012, p. 18).

Es importante que los docentes deban tener una preparación en el manejo de los simuladores químicos, conocer las características y la forma como se plantea el objeto de estudio, pero que responda a una estrategia didáctica para un mejor aprovechamiento de la experiencia, entonces Osorio (2012) indica que:

Para incorporar la simulación educativa en sus clases, los docentes requieren entrenamiento, acompañamiento y desarrollo de habilidades que permitan el aprovechamiento de los mismos. La simulación efectiva requiere que los profesores se conviertan en facilitadores hábiles para el aprendizaje centrado en el estudiante a través del escenario de la simulación y el proceso de explicar lo ocurrido durante la simulación al finalizar la misma. (Osorio, 2012, p. 18).

2.7 Logros de las investigaciones

Las investigaciones que se realizaron referente a la implementación de los simuladores ofrecen datos y resultados que permiten considerar de beneficioso la implementación de estos simuladores en Química, es así que Narváez (2015) aplicó los simuladores para igualar ecuaciones químicas e indica:

En la aplicación de la propuesta para la enseñanza-aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas, implementando simuladores, se observa que el uso de estos ayuda a que los estudiantes desarrollen conceptos necesarios para el aprendizaje de la temática, especialmente el reconocimiento y función de símbolos empleados para representar una reacción química con un 77% de los estudiantes que se apropian y aplican el concepto. (Narváez, 2015, p. 62)

El nivel de logro de 77% en la apropiación y aplicación del concepto es significativo, considerando que la igualación de ecuación es la base para el cálculo estequiométrico en

la Química. Así mismo, “Los estudiantes asimilan mejor el concepto de ley de conservación de la materia, de forma gráfica, que químicamente, pues incluso más de la mitad de los estudiantes respondió correctamente...” (Narváez, 2015, p. 62). La ley de la conservación de la materia es uno de los ejes principales de la Química en el cálculo de las reacciones químicas y permite en el estudiante comprender de manera concreta que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Para Leonardo Torres (2018), el uso de los simuladores incide en el desarrollo de habilidades para resolver problemas determinándose una incidencia del 73,9 % sobre las habilidades en resolución de problemas; también se obtuvo una incidencia del 69,5 % las habilidades en la definición y formulación de problemas, una incidencia del 73,7 % sobre las habilidades en la generación de soluciones alternativas, en la toma de decisiones frente a los problemas se obtiene una incidencia del 49,1 % y se alcanza una incidencia del 27,6 % sobre las habilidades en la aplicación de la solución y comprobación de su utilidad frente a los problemas, por lo tanto el autor considera que como recomendado la utilización del simulador en la enseñanza .

Entonces como indica Rodríguez (2014), “Las herramientas computacionales interactivas y los simuladores han demostrado su efectividad en el desarrollo de habilidades de orden superior ya que permiten que los conocimientos teóricos se lleven a la práctica incorporando el aprendizaje significativo.”. (Rodríguez, 2014, p. 19), permitiendo que el estudiante llegue a niveles de comprensión importantes.

En lo referente a los estadios emocionales y psicológicos en los estudiantes, la utilización de los simuladores permitió, según las investigaciones, “... observar el aumento del interés del estudiante por aprender, lo que lo lleva a ser más activo y cuestionarse sobre el tema en desarrollo”. (Narváez, 2015, p. 62), fenómeno que generalmente no se presenta cuando se desarrolla la Química de manera tradicional.

Los docentes deberían considerar que: “Los simuladores presentan una alternativa metodológica que permite al alumno gestionar su aprendizaje así como ser el principal

protagonista del mismo.”, (Narciso-Linares, P., et al., 2015, p. 893), esto consideramos muy importante en el aprendizaje de las ciencias exactas.

Laboratorios virtuales como ChemLab fueron aplicados en clase de Química de educación media en colegios de la amazonia colombiana, en busca identificar los beneficios del software ChemLab a la enseñanza y aprendizaje de la Química, observando algunos beneficios que son: Trabajo colaborativo, seguridad, economía, repetitividad y seguridad ambiental. Sin duda lo más importante fue la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de la Química con estos laboratorios virtuales, resultando una experiencia exitosa... (Ramirez, et al. 2015).

Si bien, los laboratorios virtuales como simuladores en el proceso químico permite a estudiante poner en práctica los conceptos teóricos aprendidos retiene más información, controla su aprendizaje, percibe que su rendimiento es mayor, gestiona su autoaprendizaje aumenta su autoestima y motivación. (Zabalegui, 2014, p. 27). Este aspecto de la autoestima también debemos considerar muy importante, se puede apreciar que cuando el estudiante no logra comprender, resolver problemas de Química tiende a bajar su autoestima llegando al extremo de tener un trauma con la materia.

Los simuladores también pueden ser utilizados en lograr competencias investigativas, esto quiere decir que los simuladores no solamente se utilizan para el proceso de aprendizaje, también se pueden utilizar en investigación es así que Quiroga (2015) indica: “En el contexto de la Educación Superior es donde se debería apuntar a desarrollar en los estudiantes las competencias de investigación, criticidad, trabajo en equipo y la apertura a construir la Sociedad del Conocimiento.” (Quiroga y otros, 2015, p. 6). La Química moderna ha experimentado un salto cuali y cuantitativo en el campo de la investigación, si bien tradicionalmente la investigación en la química estaba centrado casi exclusivamente al laboratorio, actualmente la química moderna trabaja en las computadoras, simulando estructuras químicas de proteínas, realizando secuenciaciones de proteínas, desarrollando nuevas moléculas orgánicas que bien pudieran ser enzimas, principios activos de medicamentos entre otros, entonces “De la química computacional

se puede obtener mucha información de un sistema, desde propiedades globales, como temperaturas y energía, a particulares de cada molécula, como ángulos de enlace o energías conformacionales. Por lo cual representa una rama de gran importancia en la química moderna y actual” (Valles-Sánchez, 2014, p. 21)

También se encuentra otra ventaja del uso de los simuladores químicos como lo indica Benites (2014) desde el punto de vista económico:

Otra ventaja importante es el costo económico de realizar el experimento. Para una prueba de laboratorio hay que comprar los reactivos, muchas veces importarlos, hay que obtener permisos si es que se trabajan con sustancias peligrosas o controladas. Muchas veces hay que montar un área especial para realizar la reacción (como por ejemplo, una línea de vacío o un espacio aislado si se trabaja con microorganismos peligrosos o algún virus), etc. Con un software de química computacional el único costo es la electricidad que el ordenador consume y el costo del mismo. (Benites, 2013, p. 13)

La implementación de un laboratorio de química lleva un costo considerable, desde la adquisición de los diferentes reactivos, materiales de vidrio especializados, materiales para determinar la masa, materiales auxiliares, equipamiento como ser: balanza analítica, baño maria, destilador de agua, pHmetros entre otros y fundamentalmente una adecuada infraestructura con espacios amplios, cámaras de ventilación, almacén apropiado para los reactivos y un sin fin de aspectos complementarios.

Contreras y otros (2010) resumen la implementación de los simuladores en la educación de manera muy explícita los cuales deben ser considerados en futuras experiencias:

Los resultados muestran cómo el uso de simuladores causa un impacto importante en el proceso de aprendizaje, se encuentra mayor participación de los estudiantes, se aumenta la motivación y promueve un mayor nivel de retención. Además de lo anterior, se encontró que los simuladores utilizados se caracterizaban por su facilidad en la implementación, la modelación de situaciones reales, la función

motivadora, la facilidad para la evaluación, la colaboración en procesos de investigación, el apoyo didáctico al docente desde la lúdica, la promoción del docente desde la innovación y la creatividad.” (Contreras y otros, 2010, p. 22).

Finalmente podemos indicar que la utilización de los simuladores tienen una incidencia significativa en el proceso enseñanza aprendizaje, Osorio (2012) declara al respecto que: “Los estudios tienden a mostrar que la efectividad de los simuladores para el aprendizaje es similar a la de otras estrategias presenciales, por lo que el gran valor de los simuladores en el campo educativo está en generar posibilidades de práctica en situaciones en que es muy complejo, costoso o riesgoso desarrollar habilidades en situaciones reales” (Osorio, 2012, p19).

A manera de conclusiones podemos indicar:

Las simulaciones son una herramienta poderosa para el empoderamiento del conocimiento a partir de la comprensión, interpretación internalización y aplicación del conocimiento en base a la modelación del mundo real utilizando ecuaciones matemáticas. Además son herramientas que permiten predecir los resultados de una variedad de eventos donde las variables químicas fueran diferentes, proporcionando resultados numéricos, gráficas como también formación de colores y precipitados.

La Química moderna prácticamente ha cambiado el paradigma de la investigación en Química centrada en el laboratorio a la Química computacional que le permite simular reacciones químicas, mejorar rendimientos, construir moléculas químicas en los simuladores, interpretar la forma de unión entre estructuras químicas como es el caso de la enzima y el sustrato en los sistemas biológicos, secuenciar aminoácidos de las proteínas y un sinnúmero de acciones investigativas como consecuencia de una Química moderna.

Los resultados de investigaciones referentes a los simuladores, muestran una mejora en la comprensión del fenómeno químico de manera significativa en los estudiantes que cursan esta materia. También se indicó en los resultados de investigaciones consultadas, el

aspecto emocional y afectivo que experimentan los estudiantes en sentido de aumento, se sienten más seguros de lo asimilado en las actividades desarrolladas

Referente al costo, se puede indicar que son accesibles comparando con la infraestructura y equipamiento que requiere un laboratorio, esto no quiere decir que los laboratorios de química de manera física desaparezcan, mas por el contrario estos son centros importantes para la química en la formación de nuevos profesionales.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló sobre la base de la línea filosófica de Augusto Comte, donde la experimentación como la observación es considerada importante para la generación de conocimientos; la investigación realizada se encuentra en el paradigma positivista, por la naturaleza del estudio de la química que relaciona al aspecto hipotético–deductivo con un planteamiento del tipo causal en una actividad empírica. El enfoque corresponde a una investigación cuantitativa donde se utilizó los datos recolectados para llevarlos a un análisis que nos permito probar hipótesis establecidas previamente y establecer patrones de comportamiento en nuestro estudio.

Inicialmente el tipo de estudio fue exploratorio-descriptivo, con un diseño no experimental y transversal (Hernández y otros, 2006); el enfoque cuantitativo que sigue la investigación obedece a la obtención de información y datos numéricos que fueron sistematizados para su correspondiente interpretación (Tamayo, 2003). En la determinación de expectativas sobre los simuladores químicos participaron 38 estudiantes de la materia de Química General, para la determinación de expertos fueron seleccionados 25 que participaron en la validación, todos relacionados con la enseñanza de la química. Los instrumentos utilizados en la investigación fueron: cuestionario de percepción para estudiantes, cuestionario para determinación, validación de expertos y pruebas de evaluación.

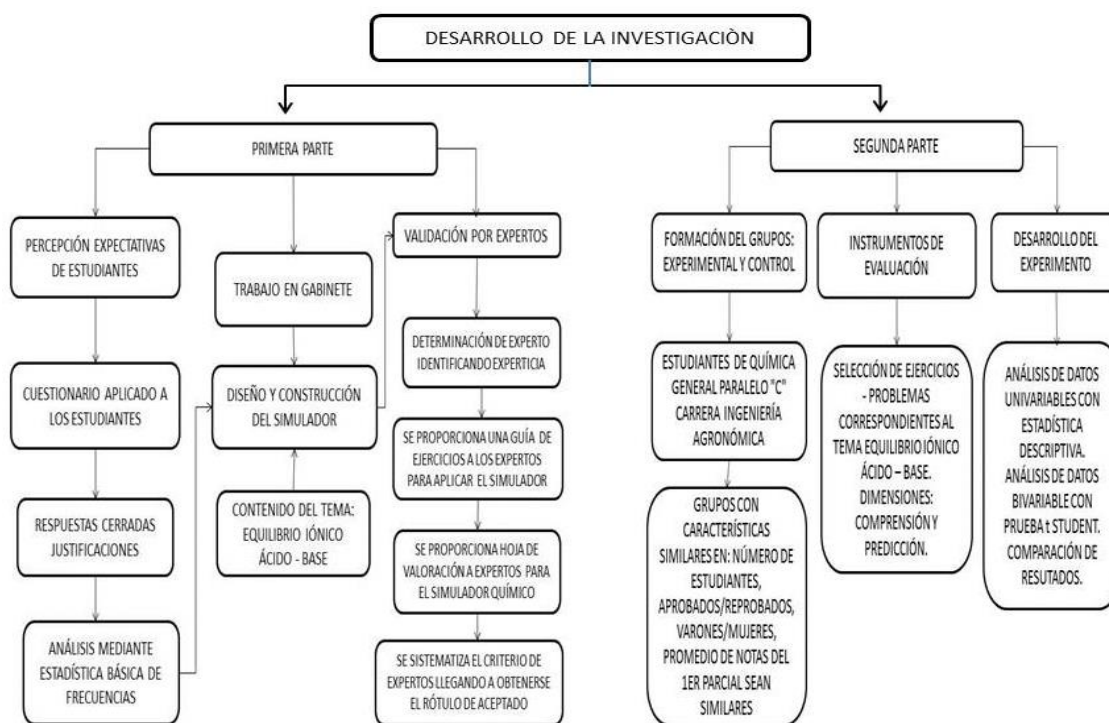
El diseño de la investigación se organizó de la siguiente manera:

En un primer momento de la investigación se realizó el modelado, diseño y construcción del simulador químico, para este efecto se consideró el tema de Equilibrio Iónico: Ácido – Base de la materia Química General, trabajo que se realizó en gabinete en base a los contenidos propios del tema. También se realizó una dinámica grupal con los estudiantes que cursaron la materia de Química General, con la finalidad de identificar aspectos que puedan ser considerados en el modelado, diseño y construcción del simulador inédito. Posteriormente se realizó la validación del simulador mediante el criterio de expertos para lo cual se determinó la experticia y el grado de conocimientos sobre la temática a desarrollar.

En un segundo momento de la investigación, se aplicó un diseño experimental con el tipo de investigación cuasiexperimental (grupo control y grupo experimental) siendo la implementación del simulador químico Equilibrio Iónico: Ácido – Base la diferencia. Respecto al análisis de datos se aplicó una estadística descriptiva, análisis bivariable (prueba t student).

El desarrollo metodológico de la investigación está relacionado con los objetivos específicos expuestos anteriormente, en la Figura 2 se muestra de manera general las acciones desarrolladas en la investigación.

Figura 2
Desarrollo de la Investigación



Fuente: Propia

3.1 Primera parte: Diseño y construcción del simulador químico

Para el desarrollo de esta primera parte de la investigación que consiste en el Diseño y Construcción del Simulador Químico, se tiene como referencia el objetivo específico:

Diseñar un simulador químico que permita la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base para los estudiantes que cursan la materia de Química General; formulamos la siguiente pregunta de trabajo que consideramos el origen de las diferentes actividades que se desarrolló en la investigación en esta primera parte: ¿Cuál será el diseño del simulador químico que permita la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General?.

A partir de la pregunta de trabajo se identificó tres momentos importantes a desarrollar los cuales son (Figura 3):

- Diagnóstico con los estudiantes que cursan la materia de química en un taller para conocer las expectativas que tienen respecto a los simuladores que puedan aplicarse en la materia de Química.
- Trabajo de gabinete para la construcción del simulador tomando como referente las expectativas de los estudiantes y el propio contenido del capítulo a tratar en el Simulador Químico.
- Validación del Simulador Químico con participación de docentes de Química.

Figura 3

Esquema: Proceso de la Investigación, Primera Parte



Fuente: Propia

Se formularon tres objetivos específicos de trabajo, los cuales se relacionan con los momentos propuestos anteriormente así como en la línea del objetivo general; los objetivos específicos son:

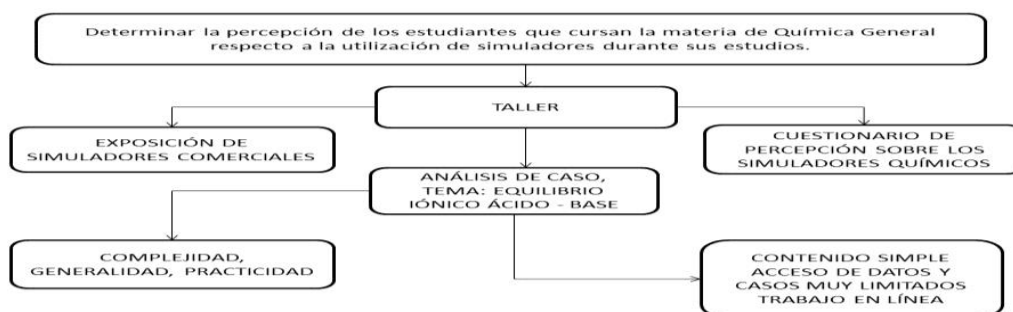
- Determinar las expectativas de los estudiantes que cursan la materia de Química General que les permita la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido - Base respecto a la utilización de simuladores durante sus estudios.
- Construir el Simulador Químico correspondiente a la materia de Química General Equilibrio Iónico: Ácido – Base.
- Validar el Simulador Químico mediante el criterio de expertos aplicando en método FM10.

3.1.1 Diagnóstico de percepción de estudiantes

El diagnóstico con los estudiantes que cursan la materia de Química en un taller fue para determinar la percepción que tienen respecto a los simuladores que puedan aplicarse en la materia de Química. (Figura 4).

Figura 4

Esquema: Diagnóstico de Percepción de Estudiantes



Fuente: Propia

El diagnóstico y percepción se trabajó con la población de estudio que se consideró a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés con criterios de inclusión como ser: estudiantes del primer semestre, estudiantes

que cursan la materia de Química General, por lo tanto el tamaño de la población es de 77 estudiantes, se establece un error máximo aceptable de 5%, porcentaje estimado de la muestra 5.0% y el nivel de confianza de 95%; se utilizó el programa STATS v2 proporcionando una muestra de 38 estudiantes, los cuales mediante método de números aleatorios se identificó a las unidades de análisis para posteriormente invitarles a participar en la investigación; analizando en taller diferentes simuladores químicos que se encuentran en la red, de manera específica se abordó el Capítulo: Equilibrio Iónico: Ácido – Base (Figura 5) para posteriormente determinar mediante un cuestionario las percepciones que tienen respecto a los simuladores químicos y su utilidad práctica en el desarrollo de la materia de Química General (Anexo 1); la participación de los estudiantes en el taller fue después del segundo parcial (Anexo 2).

Figura 5

Estudiantes de la Materia de Química General Participando en el Taller Sobre los Simuladores Químicos



Fuente: Propia

El cuestionario fue estructurado por seis preguntas (Cuadro 1) con la intención de determinar las expectativas que tienen los estudiantes respecto a los simuladores (Anexo 1).

Cuadro 1

Cuestionario Para Estudiantes

PREGUNTA
Usted tiende a utilizar las TICs para complementar su estudio?

¿Considera que utilizar simuladores en química le ayudaría a comprender el fenómeno químico?
Si bien los simuladores son destinados para PC, consideraría buena opción para sus estudios tener simuladores de química en aplicaciones para celulares.
Los simuladores en química deben ser capaz de abarcar los diferentes aspectos relacionados con el tema y con la profundidad que amerita sus estudios en la universidad
Que es lo más importante en los simuladores
Considera que los simuladores deben estar relacionados lo mejor posible con los casos que se detallan en teoría y laboratorio?

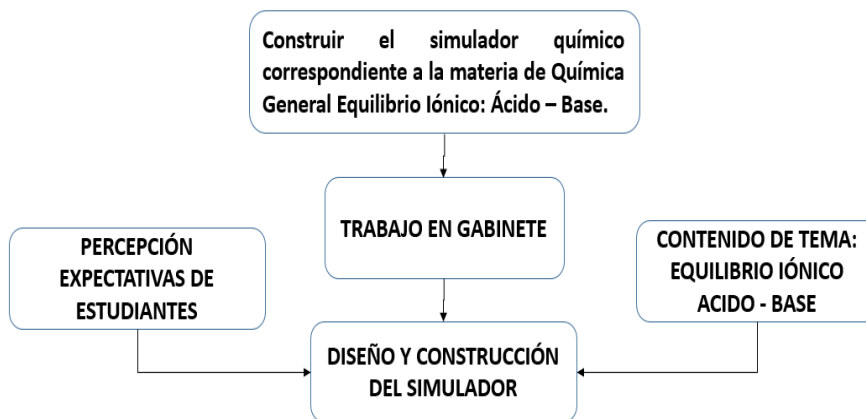
Fuente: Propia

3.1.2 Trabajo en gabinete

El trabajo en gabinete fue para la construcción del simulador tomando como referente la percepción de los estudiantes y el propio contenido del Capítulo Equilibrio Iónico: Ácido – Base a desarrollar en el Simulador Químico. (Figura 6).

Figura 6

Esquema: Trabajo en Gabinete



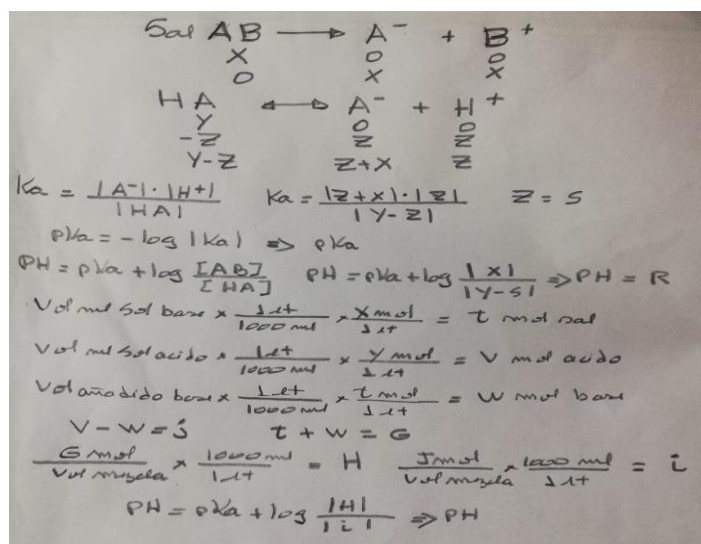
Fuente: Propia

El trabajo en gabinete se realizó, en base a las percepciones de los estudiantes obtenidos en el taller y el contenido analítico del tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base de la materia de Química General, se realizó el trabajo donde se diseñó y construyó el Simulador Químico, inicialmente utilizando el Microsoft Excel 2010.

La construcción del Simulador Químico se inicia con un tipo de planteamiento desarrollado de manera inextenso (Figura 7 y Tabla 4) para posteriormente traducirlo en ecuaciones matemáticas que respondan al caso específico.

Figura 7

Ejemplo de Determinación del pH de una Solución Tampón de Manera Inextenso



Fuente: Propia

Tabla 4

Ejemplo de Planteamiento de Ecuaciones Matemáticas para la Determinación del pH de Soluciones Tampón

Actividad	Ecuaciones Matemáticas
Determinación de pH de Buffers	$=((- \text{LOG}_{10}(\text{D18})) + ((\text{LOG}_{10}(((\text{J18} * \text{J17}) / (\text{D17} * \text{D16}))))))$
Determinación de pH de Buffers + ácido	$=((- \text{LOG}_{10}(\text{D18})) + ((\text{LOG}_{10}((((\text{G19} / 1000 * \text{J18}) - (\text{D11} / 1000 * \text{D10})) / ((\text{G19} + \text{D11}) / 1000)) / (((\text{G19} / 1000 * \text{D17}) + (\text{D11} / 1000 * \text{D10})) / ((\text{G19} + \text{D11}) / 1000))))))$
Determinación de pH de Buffers + base	$=((- \text{LOG}_{10}(\text{D18})) + ((\text{LOG}_{10}((((\text{G19} / 1000 * \text{J18}) + (\text{J11} / 1000 * \text{J10})) / ((\text{G19} + \text{J11}) / 1000)) / (((\text{G19} / 1000 * \text{D17}) - (\text{J11} / 1000 * \text{J10})) / ((\text{G19} + \text{J11}) / 1000))))))$

Fuente: Propia

El Simulador Químico consta de 14 diferentes tipos de soluciones que tienen pH en función de la naturaleza de las sustancias químicas y las combinaciones que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Lista: Determinación de pH en 14 Diferentes Tipos de Soluciones

pH Ácidos fuertes Solución de: HCl	pH Bases fuertes Solución de: NaOH	pH Ácidos débiles Solución de: CH ₃ COOH	pH Bases débiles Solución de: NH ₄ OH
pH sal: Ácido Débil – Base Fuerte Solución de CH ₃ COONa	pH sal: Ácido Fuerte – Base Débil Solución de: ClNH ₄	pH: sal Ácido Débil – Base Débil Solución de: CH ₃ COONH ₄	pH: sal Ácido Fuerte – Base Fuerte Solución de: NaCl
Titulación Base Débil - Ácido Fuerte Solución titulante: HCl Solución muestra: NH ₄ OH	Titulación Acido Débil - Base Fuerte Solución titulante: NaOH Solución muestra: HCOOH	Titulación Acido Fuerte - Base Fuerte Solución titulante: NaOH Solución muestra: HCl	Titulación Base Fuerte - Ácido Fuerte Solución titulante: HF Solución muestra: KOH
pH Buffers Solución de: CH ₃ COOH y CH ₃ COONa		pH Ión Común (mezclas) Solución de: HCl + CH ₃ COOH	

Fuente: Propia

El Simulador Químico diseñado y construido inicialmente en Microsoft Excel 2010 tiene como entrada los datos necesarios, los cuales pueden tener variabilidad permitiendo generar diferentes casos en el estudio como se aprecia en las Figuras 8 y 9.

Figura 8

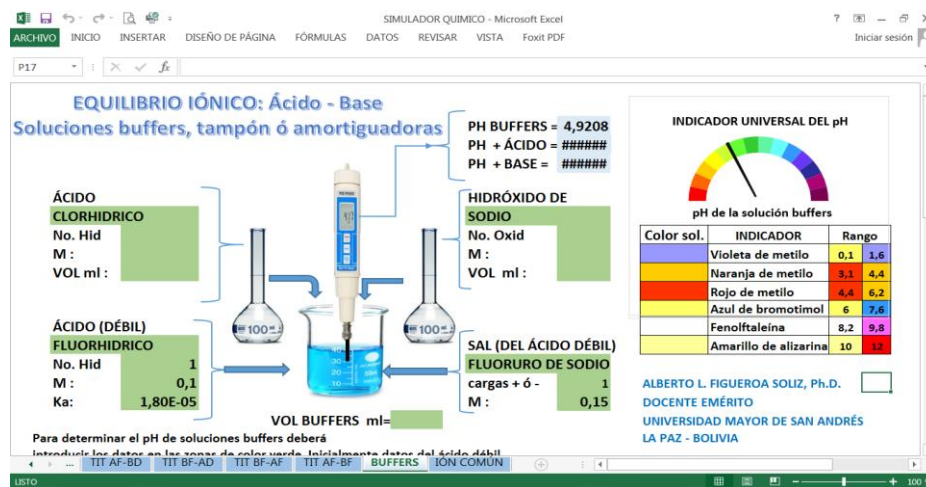
Página de Inicio del Simulador Químico Desarrollado en Microsoft Excel



Fuente: Propia

Figura 9

Determinación del pH Para Soluciones Buffers Desarrollado en Microsoft Excel



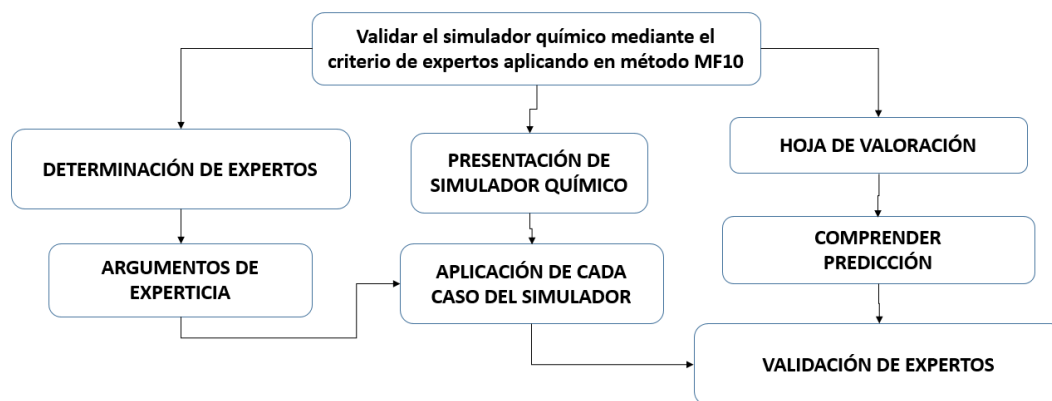
Fuente: Propia

3.1.3 Validación por expertos

La validación del Simulador Químico con participación de docentes de Química mediante el criterio de expertos (Figura 10) fue aplicando el método FM10 propuesto por Figueroa (2010).

Figura 10

Esquema: Validación por Expertos



Fuente: Propia

Para la validación del Simulador Químico, se seleccionó a los expertos que constituyeron la muestra en la investigación que según Hernández, R., (2001) son profesionales con competencias de: capacidad de análisis, ofrecer valoraciones conclusivas, realizar recomendaciones sobre la base de la actividad del especialista, nivel y profundidad de conocimiento del área que se pretende valorar (Anexo 3). Estudios realizados por Skulmoski (2007) referente a la determinación del número de expertos, indica que está condicionado al perfil que deban tener los expertos referente al tema de análisis, además, indica que si tenemos un grupo homogéneo necesita una muestra de entre 10 a 15 expertos, si el grupo es heterogéneo en su perfil, pueden requerir hasta varios cientos de expertos. Es importante considerar que “el panel de expertos implica llevar a cabo un proceso nominativo a partir de una propuesta formal a expertos reconocidos y relevantes en el tema de investigación, ya sea por sus conocimientos y/o experiencia, junto a su disposición a participar” López-Gómez, (2018).

La validación del simulador químico, se realizó con docentes de diferentes unidades académicas que están relacionados con la enseñanza de la Química. Iniciamos con la determinación de los expertos referente a la competencia de los expertos (k) se manifiesta por el coeficiente que se determina a través de la fórmula según Hernández, R., (2001)

$$k = 0,5 \cdot (Kc + Ka)$$

Dónde: Kc representa el nivel de conocimiento sobre el tema que se plantea en la investigación y Ka es el coeficiente de argumentación de sus criterios. (Hernández, 2001) teniendo los siguientes rangos:

$0,8 \leq k \leq 1$	Coeficiente de competencia alta.
$0,5 \leq k < 0,8$	Coeficiente de competencia media.
$k < 0,5$	Coeficiente de competencia baja.

Se determinó la participación de 25 docentes de diferentes unidades académicas que están relacionados con la enseñanza de la Química los cuales obtuvieron coeficientes de competencia (k) en los rangos entre media y alta. (Tabla 6), este tamaño de la muestra es

aceptable toda vez que el mínimo para este tipo de estudios es de 20 expertos según Hernández, R., (2001). El cálculo se realizó con el archivo: Validación de propuestas método FM10, Selección de expertos, en formato Microsoft Excel. (Anexo 3).

Tabla 6

Valores de Coeficiente de Competencia “k” Obtenido por los Expertos

Exp.	k	Exp.	k	Exp.	k	Exp	k	Exp	k
1	0,85	6	0,9	11	0,85	16	0,9	21	0,85
2	0,85	7	0,8	12	0,85	17	0,8	22	0,8
3	0,9	8	0,85	13	0,9	18	0,8	23	0,85
4	0,75	9	0,95	14	0,9	19	0,85	24	0,85
5	0,85	10	0,75	15	0,85	20	0,85	25	0,9

Fuente: Propia

Una vez seleccionados los expertos, se les proporcionó una planilla de valoración con 10 preguntas o casos de valoración (Anexo 4), también se les proporcionó el Simulador Químico y una batería de ejercicios relacionados al tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base (Anexo 5). Se aplicó el procedimiento de validación de propuestas por el método MF10 (Figuroa, 2010).

Los profesionales que tienen un nivel de experticia denominándolos expertos son los que evaluaron el simulador con ayuda de la hoja de valoración respectiva (Cuadro 2). Se aplicó el procedimiento de validación de propuestas por el método MF10.

Cuadro 2

Criterios para la validación mediante expertos

NIVEL	No.	PREGUNTA O PASO
Comprensión	1	El simulador permite comprender las características de los ácidos y bases que tienen comportamiento: débil y fuerte
Comprensión	2	Con el simulador se puede comprender el comportamiento de las sales de acuerdo a su composición referente al pH

Comprensión	3	El simulador permite comprender los momentos de la titulación y la pertinencia de los indicadores
Comprensión	4	El simulador permite comprender la función de los tampones
Comprensión	5	El simulador puede inducir a plantear casos variados
Predicción	6	El simulador considera varios casos que comprende el equilibrio iónico en la determinación del pH
Predicción	7	Los resultados obtenidos mediante el simulador permiten confirmar con los obtenidos en teoría
Predicción	8	El simulador permite obtener resultados de acuerdo a diferentes casos de: ácidos, bases, sales, titulaciones, mezclas y tampones
Predicción	9	Los resultados del simulador se relacionan con las características del fenómeno químico que se desarrolla.
Predicción	10	Los resultados obtenidos con el simulador podrían ser referentes para el trabajo en el laboratorio de los estudiantes

Fuente: Propia

La validación mediante expertos se determina a partir de consensos en la valoración que puedan realizar, tiene los siguientes pasos procedimentales:

- Determinación de la frecuencia, frecuencia acumulada de los datos obtenidos.
- Determinación de los datos descriptivos con la información obtenida por los criterios de los expertos. A partir del valor medio obtenido se puede contrastar con los criterios de valoración utilizados que son: Muy Adecuado = 5, Bastante Adecuado = 4, Adecuado = 3, Poco Adecuado = 2 y No Adecuado = 1. (Figueroa, 2010).

A partir del mismo puede realizarse una valoración de cada uno de los pasos que constituyen el modelo, se recomienda realizar un redondeo por exceso del valor medio obtenido respecto a los criterios de valoración. Esta puede concluir con la condición de “Aceptado” cuando las contrastaciones sean igual o superior a la mediana, si fuera este un

valor menor se puede considerar la condición de “Reelaborar”. Se considera como aceptado la propuesta cuando todos los pasos también registren la condición de aceptado.

El coeficiente de confiabilidad en la validación mediante el criterio de expertos se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Coeficiente confiabilidad} = K/K-1 * (1-(M(K-M)/(KS^2)))$$

Donde: K = Número de preguntas o pasos; M = media; S = Desviación estándar de las puntuaciones de la valoración. El coeficiente de confiabilidad tiene un rango de entre 0 a 1; donde el rango de 0,0 a 0,59 se considera una ausencia de confiabilidad, un coeficiente en el rango de 0,6 a 0,99 se considera una confiabilidad aceptable, finalmente un coeficiente de 1,0 se considera una confiabilidad ideal.

Si bien los expertos realizan la valoración del Simulador Químico de manera personal sin que exista una comunicación entre ellos, el método persigue que pueda obtenerse un grado de consenso de manera general en la valoración de los expertos donde el resultado sea consistente sobre el Simulador Químico. Para el análisis de los datos de la valoración (Anexo 6) se utilizó el archivo: Validación de propuestas método FM10, en formato Microsoft Excel.

El estudio se realizó en los meses de noviembre a diciembre de la gestión II-2018, realizando observaciones, exploraciones y contextualizaciones del ambiente o entorno de estudio, conociendo las percepciones y criterios de los sujetos participantes en esta experiencia constituyendo grupos de enfoque para el abordaje del tema. (Hernández y otros, 2006).

3.2 Segunda parte: Implementación del Simulador Químico

El objetivo específico en la segunda parte de la investigación consiste en: Evaluar la implementación de un Simulador Químico en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General.

Nos planteamos la siguiente pregunta de trabajo: ¿Cómo incide la implementación de un Simulador Químico inédito en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en los estudiantes que cursan la materia de Química General?; se utilizó el Simulador Químico desarrollado para el tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base como instrumento didáctico en el proceso experimental.

A partir de la pregunta de trabajo se identificó tres momentos importantes a desarrollar los cuales son: Formación de grupos experimental – control, Instrumentos de evaluación y Desarrollo del experimento. (Figura 11).

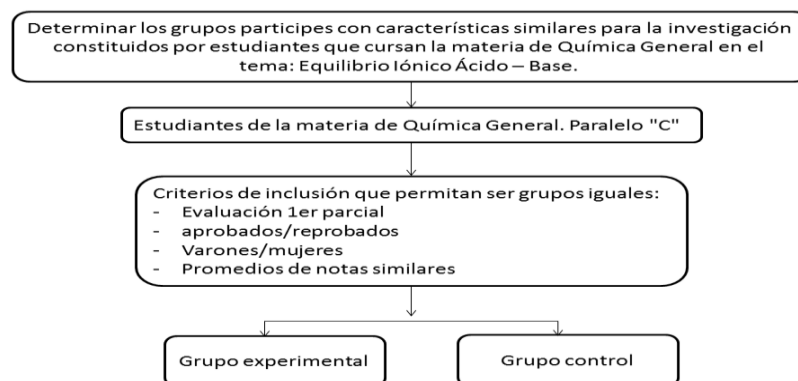
Figura 11

Esquema: Proceso de la Investigación



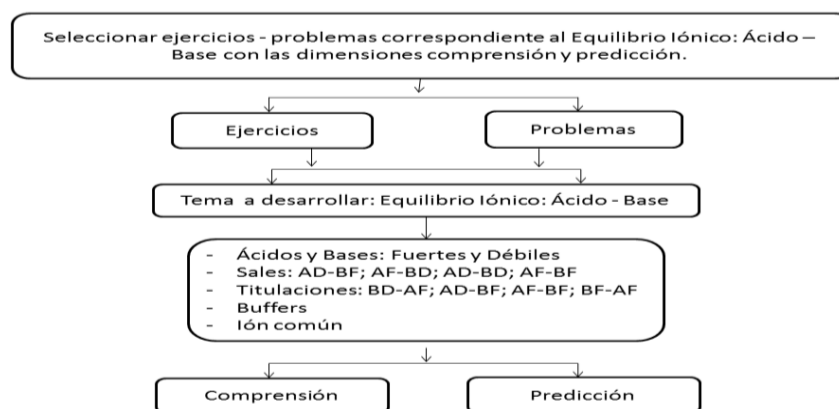
Fuente: Propia

Iniciamos con la formación de los grupos: experimental y control con características similares para que la investigación pueda desarrollarse en las mismas condiciones, con la única diferencia de la aplicación del Simulador Químico en el grupo experimental. (Figura 12)

Figura 12*Esquema: Determinación de Grupos Experimental - Control*

Fuente: Propia

Preparación de instrumentos de evaluación correspondiente al tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base. (Figura 13)

Figura 13*Esquema: Preparación de Instrumentos de Evaluación*

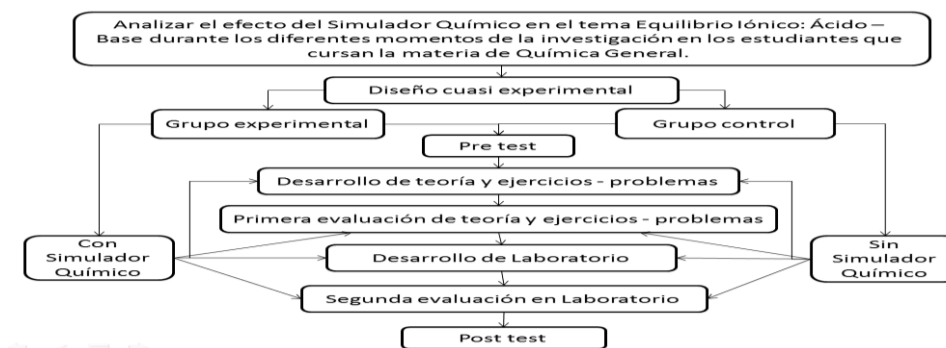
Fuente: Propia

Desarrollo del experimento: La obtención de datos tanto del grupo control y grupo experimental serán analizados estadísticamente mediante los análisis univariable y bivivariable (prueba t student) para determinar el efecto del Simulador Químico en la

comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base en los estudiantes que cursan la materia de Química General. (Figura 14)

Figura 14

Esquema: Desarrollo del Experimento



Fuente: Propia

3.2.1 Metodología

La investigación se desarrolló con el enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental (Hernández y otros, 2006); obteniendo datos numéricos que fueron sistematizados para su correspondiente interpretación mediante un análisis univariable y bivariable con prueba t student (Tamayo, 2003).

El diseño fue el siguiente:

G1	O1	X1	O2	X2	O3	X3	O4
G2	O5	-	O6	-	O7	-	O8

Dónde:

- G1 = Grupo experimental
- G2 = Grupo control
- O1, O5 = Pre test
- X1 = Desarrollo de teoría y ejercicios - problemas con simulador
- O2, O6 = Primera evaluación de teoría y ejercicios - problemas
- X2 = Desarrollo de laboratorio con simulador
- O3, O7 = Segunda evaluación en laboratorio
- X3 = Retroalimentación con simulador
- O4, O8 = Post test
- = Desarrollo sin simulador

La hipótesis experimental para el diseño planteado en la investigación es la siguiente: El promedio de puntuaciones del grupo experimental es igual al promedio de puntuaciones del grupo control con un nivel de significancia de 0,05.

El instrumento utilizado en el pre test fue también utilizado en el post test con el fin de determinar el impacto del Simulador Químico en el desarrollo del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base que está relacionado a la determinación del pH de diferentes soluciones de carácter: ácido, básico, sales, titulaciones, neutralizaciones y tampones (Figuroa, 2016, p. 315); este instrumento está constituido por 20 preguntas de los cuales 10 preguntas se relacionan con la comprensión y 10 preguntas relacionadas con la predicción; teniendo el instrumento un coeficiente de confiabilidad (Alfa de Crombach) de 0,9 y validez de contenido. (Anexo 7).

Muestra: En la gestión 1-2019 se tenía inscritos 59 estudiantes en la Materia de Química General de la Carrera de Ingeniería Agronómica en la UMSA, de los cuales 8 estudiantes abandonaron y/o no se presentaron (NSP) quedando 51 estudiantes (Anexo 8) que fueron divididos en los Grupos: Experimental y Control de acuerdo al diseño de la investigación (Tabla 7), tomando como criterio de inclusión en los grupos los aspectos: aprobados/reprobados; varones/mujeres y fundamentalmente que los dos grupos tengan promedios similares de las notas del primer parcial en la materia de Química General en los temas: Conceptos fundamentales, Balance de materia y Disoluciones (Tabla 8) de acuerdo a la prueba t student con significancia de 0,05.

Tabla 7

Características Generales de los Grupos: Experimental y Control

Grupo Experimental G1		Grupo Control G2	
N	25	N	26
MIN	15	MIN	17
MAX	100	MAX	91
RANGO	85	RANGO	74
MEDIA	48,52	MEDIA	49,48
D.E.	21,4226	D.E.	20,6380
VARONES	10	VARONES	10
MUJERES	15	MUJERES	16
APROBADOS	10	APROBADOS	10
REPROBADOS	15	REPROBADOS	16

Fuente: Propia

En la Tabla 8 se puede apreciar que la media del Grupo Experimental es 48,52 y la media del Grupo Control es 48,2308 siendo estadísticamente iguales.

Tabla 8

Determinación Prueba t student en los Grupos Experimental y Control

Variable	Número de casos	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Grupo experimental G1	25	48,5200	21,4226	4,2845
Grupo control G2	26	48,2308	21,2006	4,1578
T de student	0,0485			
Grados de libertad	49			
Significancia p	0,9616			

Fuente: Propia

3.2.2 Recolección de datos e información

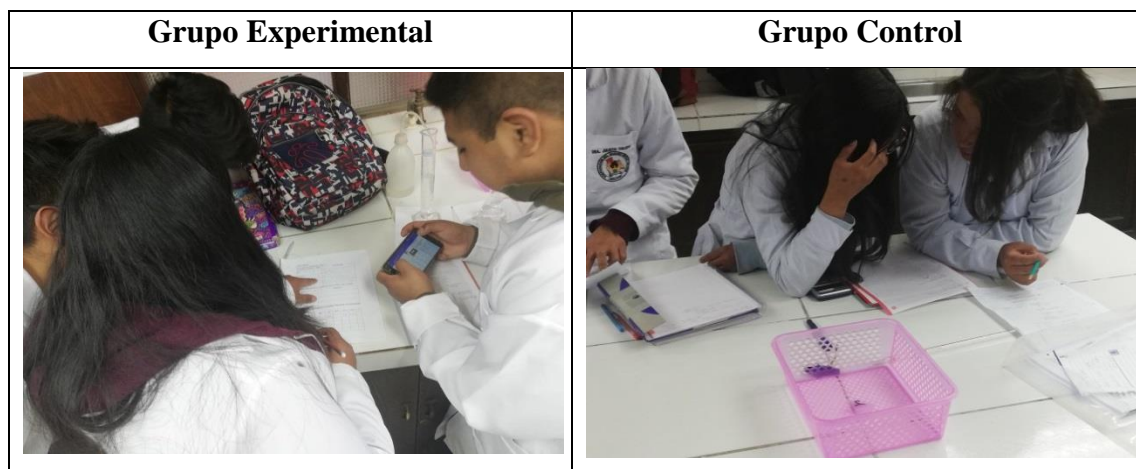
Durante el diseño cuasi – experimental, en los momentos de la evaluación se utilizó un mismo instrumento para determinar el nivel de comportamiento de ambos grupos, los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba t student para establecer si los grupos son iguales o diferentes de acuerdo a la media con niveles de significancia de 0,05 y 95% de confiabilidad utilizando el software estadístico DIANE.

La actividad teórica y ejercicios X1 del grupo experimental G1 se desarrolló siguiendo la estrategia didáctica POGIL (PhET, 2020) en el Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base para el cual los estudiantes investigaron de acuerdo al contenido analítico, posteriormente se proporcionó la guía de trabajo O2 (Anexo 9) para realizar el trabajo grupal; en todo momento se utilizó el Simulador Químico. El grupo control G2 realizó las actividades de manera tradicional sin la utilización del Simulador Químico para finalmente proporcionar la guía de trabajo O6.

El trabajo en laboratorio X2 del grupo experimental G1 se realizó a partir de la guía de trabajo O3 (Anexo 10) utilizando el Simulador Químico, mientras el grupo control G2 realizaron los procedimientos de manera tradicional en base a la guía de trabajo O7; la Figura 15 muestra a los estudiantes del grupo control y grupo experimental en el trabajo.

Figura 15

Grupo Control y Grupo Experimental en Trabajo



Fuente: Propia

Ambos grupos desarrollaron esta actividad en los laboratorios de Química General de la Carrera de Ingeniería Agronómica como parte de las actividades académicas programadas en función al plan de estudios vigente.

CAPÍTULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

CAPÍTULO IV CÁLCULOS Y RESULTADOS

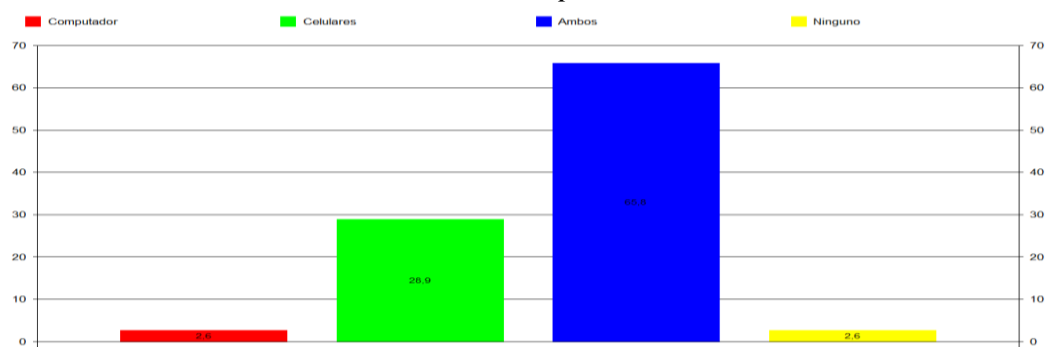
4.1 Percepción de los estudiantes respecto a los simuladores

Se aplicó un cuestionario (Anexo 1) que permitió determinar las expectativas de los estudiantes que cursan la materia de Química General respecto a la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido - Base utilizando el simulador durante sus estudios, para este efecto se determinó la frecuencia de las respuestas.

La primera pregunta del cuestionario indica: Usted tiende a utilizar las TICs para complementar su estudio?, en la Figura 16 se puede apreciar que los estudiantes tienden a utilizar instrumentos de las TICs como ser: computadoras y los celulares en un 66% de manera simultánea para realizar sus trabajos académicos, indican que en la facultad el celular utilizan con frecuencia, pero en su domicilio tienden a utilizar el computador. Pero aproximadamente 3 de cada 10 estudiantes utiliza solamente el celular, debido a ser más práctico en su manejo y tener fácil acceso a internet. Se evidencia que el 97% de los estudiantes si utiliza algún equipo de las TICs en sus estudios universitarios y aproximadamente el 3% de los estudiantes no tiende a utilizar estos recursos tecnológicos.

Figura 16

Usted Tiende a Utilizar las TICs Para Complementar el Estudio



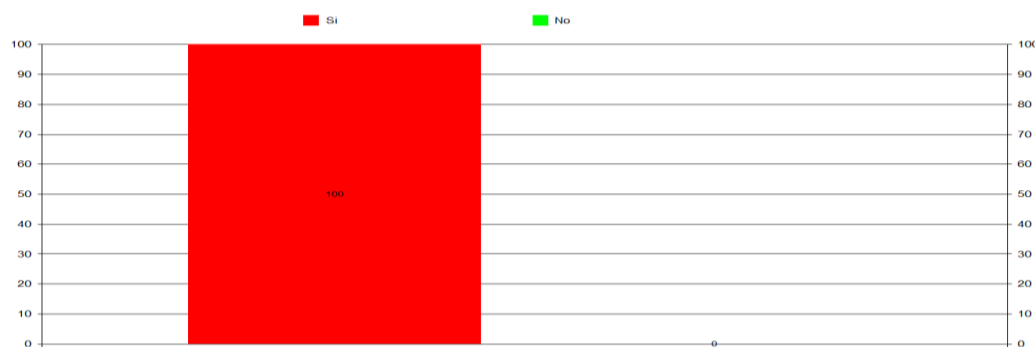
Fuente: Propia

La segunda pregunta del cuestionario indica: ¿Considera que utilizar simuladores en química le ayudaría a comprender el fenómeno químico?, tenemos que en su totalidad los estudiantes consideran que utilizar simuladores en química les ayudaría a comprender

mejor por ser práctico y motivador, se puede visualizar e imaginar los procedimientos, proporciona varias ideas, son dinámicos, les permitirían realizar prácticas en donde se encuentren y pueden utilizar varias veces. (Figura 17).

Figura 17

Considera que Utilizar Simuladores le Ayudaría a Comprender el Fenómeno Químico



Fuente: Propia

La tercera pregunta del cuestionario: Si bien los simuladores son destinados para PC, consideraría buena opción para sus estudios tener simuladores de química en aplicaciones para celulares. (Figura 18), se visualiza que los estudiantes consideran mayoritariamente que tener simuladores en aplicaciones para celulares es pertinente, por ser practico y útil, tienden a manejar mejor el celular, es fácil utilizar en cualquier momento, además muchos estudiantes no tienen computadoras a la mano, siendo que casi todos los estudiantes tienen celulares los cuales pueden utilizar en cualquier lugar.

Figura 18

Si Bien los Simuladores son Destinados Para PC, Consideraría Buena Opción Para sus Estudios Tener Simuladores de Química en Aplicaciones Para Celulares



Fuente: Propia

En la cuarta pregunta del cuestionario: Los simuladores en química deben ser capaz de abarcar los diferentes aspectos relacionados con el tema y con la profundidad que amerita sus estudios en la universidad, tenemos que todos los estudiantes consideran que los simuladores en química deben englobar los aspectos inherentes al tema desarrollado en la materia con el nivel correspondiente y de acuerdo al desarrollo del contenido temático. (Figura 19).

Figura 19

Los Simuladores en Química Deben ser Capaz de Abarcar los Diferentes Aspectos Relacionados con el Tema y con la Profundidad que Amerita sus Estudios en la Universidad.



Fuente: Propia

La quinta pregunta del cuestionario: Que es lo más importante en los simuladores, muestra que más de 3/5 partes de los estudiantes consideran que los simuladores son importantes porque les ayudarían a analizar e interpretar resultados, menos de 1/5 parte considera importante por los resultados que proporciona los simuladores. (Figura 20).

Figura 20

Que es lo Más Importante en los Simuladores

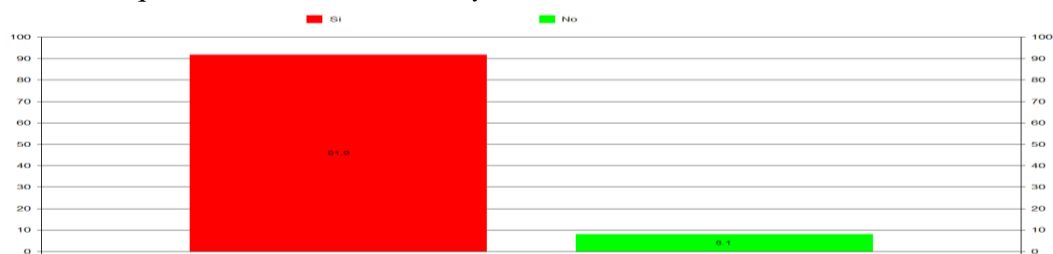


Fuente: Propia

La sexta pregunta del cuestionario: Considera que los simuladores deben estar relacionados lo mejor posible con los casos que se detallan en teoría y laboratorio?, muestra que el 92% de los estudiantes consideran que es muy importante relacionar el simulador con los aspectos teóricos y de laboratorio para comprender el tema, poder aplicar en la práctica, verificar resultados y practicar lo aprendido. (Figura 21).

Figura 21

Considera que los Simuladores Deben Estar Relacionados lo Mejor Posible con los Casos que se Detallan en Teoría y Laboratorio



Fuente: Propia

Trabajo en gabinete para el diseño y construcción del simulador químico.

En el diseño y construcción del Simulador Químico Equilibrio Iónico: Ácido - Base se identificó 14 diferentes tipos entre disoluciones y métodos los cuales se determina el pH en función de la naturaleza de las sustancias químicas y las combinaciones (Anexo 11), se determinó que la entrada de los datos necesarios como: tipo de disoluciones, concentración expresada en molaridad (M), el volumen en mL de la disolución a tomar en la experiencia, todos ellos pueden tener variabilidad respecto a los valores asignados permitiendo generar diferentes casos en el estudio. Inicialmente fue construido en Microsoft Excel 2010 y posteriormente desarrollado para sistema android con el software Android Studio 3.3.2 que es el Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones y basado en Java Virtual Machine y JDK (Java Development Kit) versión 1.8.0_202.1. La aplicación funciona correctamente en celulares con sistema operativo Android 5.1.1 (Lollipop) o superior. (Figura 22 y 23).

Figura 22
Pantalla de Inicio del Simulador Químico Desarrollado Para el Sistema Operativo en la Aplicación



Fuente: Propia

Figura 23
Determinación del pH para Soluciones ácido fuerte Desarrollado Para el Sistema Operativo en la Aplicación



Fuente: Propia

La prueba del software (software testing) realizado al Simulador Químico muestra una diferencia mínima que va desde 1×10^{-6} como valor mínimo a 0,08461 como un valor máximo entre el resultado esperado y el resultado de la prueba que es obtenido con el Simulador Químico (Tabla 9).

Tabla 9
Relación de Resultado Esperado y el Resultado de Prueba

Caso Planteado	Resuelto Esperado	Resultado de Prueba	Diferencia
pH Ácidos fuertes Ejercicio No. 2	1,4	1,397939	$2,061 \times 10^{-3}$
pH Bases fuertes Ejercicio No. 4	a) $[\text{OH}^-] = 0,02$ pH=12,3 b) $[\text{OH}^-] = 1,125 \times 10^{-7}$ pH=7,05	a) $[\text{OH}^-] = 0,020000$ pH=12,301032 b) $[\text{OH}^-] = 1,125 \times 10^{-7}$ pH=7,051152	0 $1,032 \times 10^{-3}$ 0 $1,152 \times 10^{-3}$
pH Ácidos débiles Ejercicio No. 10	a) $\alpha = 0,42\%$ pH=2,38 b) $\alpha = 13,3\%$ pH=3,9	a) $\alpha = 0,420714\%$ pH=2,376013 b) $\alpha = 13,304799\%$ pH=3,875992	$7,14 \times 10^{-4}$ $3,987 \times 10^{-3}$ $4,799 \times 10^{-3}$ 0,024008
pH Bases débiles Ejercicio No. 11	pH=11,12 $\alpha = 1,3\%$	pH=11,12 6427 $\alpha = 1,337909\%$	$6,427 \times 10^{-3}$ 0,037909

pH sal: AD - BF Ejercicio No. 17	$\alpha=6,7 \times 10^{-3} \%$ pH=8,37	$\alpha=6,761 \times 10^{-3} \%$ pH=8,370619	$6,1 \times 10^{-5}$ $6,19 \times 10^{-4}$
pH sal: AF - BD Ejercicio No. 19	pH = 5,48 $\alpha=0,0166\%$	pH = 5,477121 $\alpha=0,016666\%$	$2,879 \times 10^{-3}$ $6,6 \times 10^{-5}$
pH: sal AD - BD Ejercicio No. 24	6,4	6,362262	0,037738
pH: sal AD - BF Ejercicio No. 26	7	7,000000	0
Titulación Base Débil – Ácido Fuerte Ejercicio No. 28	a) 10,2 b) 8,24 c) 4,9 d) 2,61	a) 10,207488 b) 8,238882 c) 4,906456 d) 2,617698	$7,488 \times 10^{-3}$ $1,118 \times 10^{-3}$ $6,456 \times 10^{-3}$ $7,698 \times 10^{-3}$
Titulación Ácido Débil – Base Fuerte Ejercicio No. 30	a) 3,6 b) 6,14 c) 9,54	a) 3,596909 b) 6,135828 c) 9,596909	$3,091 \times 10^{-3}$ $4,172 \times 10^{-3}$ 0,056909
Titulación Ácido Fuerte – Base Fuerte Ejercicio No. 32	1 1,18 7 11,96	0,999999 1,176091 7,000000 11,958607	1×10^{-6} $3,909 \times 10^{-3}$ 0 $1,393 \times 10^{-3}$
Titulación Base Fuerte – Ácido Fuerte Ejercicio No. 33	a) 12 b) 11,52 c) 7 d) 3,6	a) 12,000004 b) 11,522878 c) 7,000000 d) 3,612783	4×10^{-6} $2,878 \times 10^{-3}$ 0 0,012783
pH Buffers Ejercicio No. 38	a) 4,54 b) 4,5 c) 4,62	a) 4,540607 b) 4,475882 c) 4,704610	$6,07 \times 10^{-4}$ 0,024118 0,08461
pH Ión Común (mezclas) Ejercicio No. 41	a) pH = 2,5 $\alpha = 0,632\%$ b) pH = 3,3 $\alpha = 0,1\%$	a) pH = 2,500510 $\alpha = 0,631713\%$ b) pH = 3,302051 $\alpha = 0,099765\%$	$5,1 \times 10^{-4}$ $2,87 \times 10^{-4}$ $2,051 \times 10^{-3}$ $2,35 \times 10^{-4}$

Fuente: Propia

La diferencia entre el resultado esperado que es proporcionado por el ejercicio propuesto y el resultado de prueba generado por el Simulador Químico puede ser considerada como mínimo.

4.2 Validación del Simulador Químico

La validación del Simulador Químico por el criterio de expertos se inició con la comprensión generando datos dispersos en la valoración sin embargo la moda y mediana es de 4, los valores medios obtenidos están entre 3,36 a 3,88 siendo superiores a 3 como valor mínimo referencial asumiendo como aceptado y adecuado el aspecto de comprensión, (Tabla 10) es decir para los expertos en su valoración, el Simulador Químico permite comprender en los estudiantes aspectos como ser: características de los ácidos y bases en su comportamiento, la composición de las sales y su relación con el pH, procesos

de titulación y pertinencia de los indicadores, comprender las funciones de los tampones y lo importante permite inducir al estudiante a plantear casos variados con diferentes soluciones y concentraciones.

Tabla 10

Validación Mediante Expertos Componente Comprensión

	PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5
No. DATOS	25	25	25	25	25
VAL. MIN.	1	1	1	2	1
VAL. MAX.	5	5	5	5	5
RANGO	4	4	4	3	4
DESV. EST.	1,00498756	1,26095202	1,15036226	1,00498756	0,97125349
MODA	4	4	4	3	4
MEDIANA	4	4	4	3	4
VAL. MEDIO	3,48	3,44	3,36	3,48	3,88
CONCLUSIÓN	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO

Fuente: Propia

Analizando la validación del Simulador Químico respecto a la predicción, la valoración por el criterio de los expertos determina valores dispersos con una media entre 3,36 a 3,52 superiores a 3 como valor mínimo referencial siendo aceptado como adecuado el aspecto de predicción (Tabla 11) como ser: la confirmación de los resultados del pH del simulador con los obtenidos en la teoría, obtener resultados de acuerdo a diferentes casos de: ácidos, bases, sales, titulaciones, mezclas y tampones, resultados del simulador relacionados con las características del fenómeno químico que se desarrolla, los resultados obtenidos con el simulador podrían ser referentes para el trabajo en el laboratorio de los estudiantes.

Tabla 11

Validación Mediante Expertos Componente Predicción

	PASO 6	PASO 7	PASO 8	PASO 9	PASO 10
No. DATOS	25	25	25	25	25
VAL. MIN.	2	1	1	1	1
VAL. MAX.	5	5	5	5	5
RANGO	3	4	4	4	4
DESV. EST.	0,91833182	1,15036226	1,22882057	1,15758369	1,08012345
MODA	4	4	3	4	3
MEDIANA	4	4	3	4	3
VAL. MEDIO	3,52	3,36	3,48	3,44	3,4
CONCLUSIÓN	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO

La validación del Simulador Químico en general obtiene un coeficiente de confiabilidad de 0,7926482 que comparando con la escala referencial del coeficiente de confiabilidad se considera como aceptable. (Tabla 12).

Tabla 12

Coefficiente de Confiabilidad Obtenida en la Validación Mediante Criterio de Expertos

COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD	AUSENCIA	0,0 a 0,59
COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD	ACEPTABLE	0,60 a 0,99
COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD	IDEAL	1
COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD	OBTENIDA	0,7926482

Fuente: Propia

Cuando los criterios de valoración son: Poco adecuado o No adecuado se recomienda realizar el ajuste correspondiente en la propuesta, en el caso de la presente investigación de obtuvo en las 10 preguntas o pasos de las dos dimensiones se obtiene criterios de valoración entre Adecuado y Bastante adecuado lo que implica que el Simulador Químico desde el plano teórico se puede considerar aceptado (Tabla 13).

Tabla 13

Análisis de la Validación Mediante Expertos

	PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5	PASO 6	PASO 7	PASO 8	PASO 9	PASO 10
No. DATOS	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
VAL. MIN.	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
VAL. MAX.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
RANGO	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
DES. EST.	1,004987562	1,26095202	1,15036226	1,00498756	0,97125349	0,91833182	1,15036226	1,22882057	1,15758369	1,08012345
MODA	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3
MEDIANA	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3
VAL. MEDIO	3,48	3,44	3,36	3,48	3,88	3,52	3,36	3,48	3,44	3,4
CONCLUSIÓN	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO	ACEPTADO

Para la valoración se puede realizar un redondeo por exceso del valor medio obtenido respecto a los criterios de valoración.
Se considera como aceptado la propuesta cuando todos los pasos también registren la condición de aceptado.

COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD (AUSENCIA)	0.0 a 0.59
COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD (ACEPTABLE)	0.60 a 0.99
COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD (IDEAL)	1

COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD OBTENIDA	0,7926482
---------------------------------------	------------------

CRITERIO DE VALORACION	MUY ADECUADO	BASTANTE ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	NO ADECUADO
	5	4	3	2	1

Fuente Propia

4.3 Implementación del Simulador Químico

Los datos del Pre test en los grupos: Experimental G1 tiene como media 16,8 y Control G2 con media de 15,0 muestran que ambos grupos en el diseño cuasiexperimental son iguales estadísticamente respecto a la media con un nivel de significancia de 0,05 (Tabla 14) siendo que antes del desarrollo del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base el nivel de conocimientos de los estudiantes tiene puntuación baja los dos grupos sobre este tema.

Tabla 14

Prueba t student Para Grupo Experimental y Grupo Control en Pre test

Variable	Número de casos	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Pre test G1 O1	25	16,8000	4,0517	0,8103
Pre test G2 O5	26	15,0000	6,0000	1,1767
T de student	1,2505			
Grados de libertad	49			
Significancia p	0,2171			

Fuente: Propia

La primera evaluación de acuerdo al diseño experimental realizada posterior al desarrollo de los conceptos teórico – práctico sobre el tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base determinan que el Grupo experimental G1 es diferente en la media al Grupo control G2 con una significancia de 0,05 en la prueba t student (Tabla 15). La media del Grupo experimental es 58,5769 y la media del Grupo control es 42,0.

Tabla 15

Prueba t student Para Grupo Experimental y Grupo Control en la Primera Evaluación

Variable	Número de casos	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
G1 O2	25	58,5769	22,4253	4,3980
G2 O6	26	42,0000	19,7403	3,8714
T de student	2,8292			
Grados de libertad	49			
Significancia p	0,0067			

Fuente: Propia

Para la Segunda evaluación de los Grupos experimental G1 y control G2, después del desarrollo del laboratorio de Química, se determina que los grupos difieren respecto a la media con una significancia de 0,05. (Tabla 16)

Tabla 16

Prueba t student Para Grupo Experimental y Grupo Control en la Segunda Evaluación

Variable	Número de casos	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
G1 O3	25	63,8800	25,7040	5,1408
G2 O7	26	51,3846	11,9669	2,3469
T de student	2,2398			
Grados de libertad	49			
Significancia p	0,0297			

Fuente: Propia

Finalmente se realizó el Post test en los grupos experimental (G1) con una media de 61,8 y control (G2) con una media de 47,3077 siendo que de acuerdo al análisis estadístico difieren respecto a la media con una significancia de 0,05. (Tabla 17)

Tabla 17

Prueba t student Para Grupo Experimental y Grupo Control en Post test

Variable	Número de casos	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media
Post test G1 O4	25	61,8000	12,3221	2,4644
Post test G2 O8	26	47,3077	10,6987	2,0982
T de student	4,4902			
Grados de libertad	49			
Significancia p	0,0000			

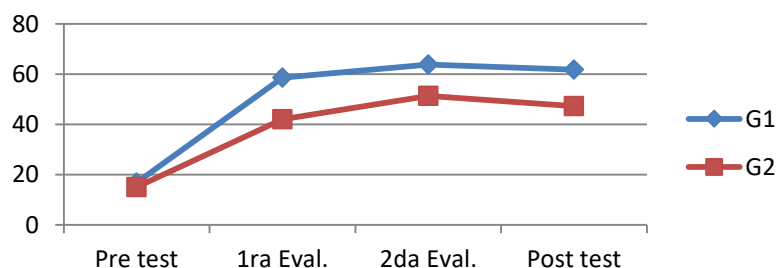
Fuente: Propia

En el Figura 24, se puede observar el comportamiento del Grupo experimental G1 respecto al grupo control G2 en las evaluaciones que se desarrollaron durante la implementación del diseño experimental en la investigación, siendo que las condiciones en los cuales se realizó la investigación fueron iguales para los grupos en: desarrollo del tema, contenido, tiempo, horario, instrumentos de evaluación entre otros con la única diferencia en que el

grupo experimental G1 se utilizó el Simulador Químico como herramienta didáctica a diferencia del grupo control G2 que se desarrolló de manera tradicional sin utilizar el Simulador Químico; por lo que podríamos indicar que la diferencia en los resultados de la evaluación podría deberse a la implementación del Simulador Químico.

Figura 24

Secuencia del Desarrollo de Grupo Experimental G1 y Grupo Control G2 Respecto de la Media en las Evaluaciones.

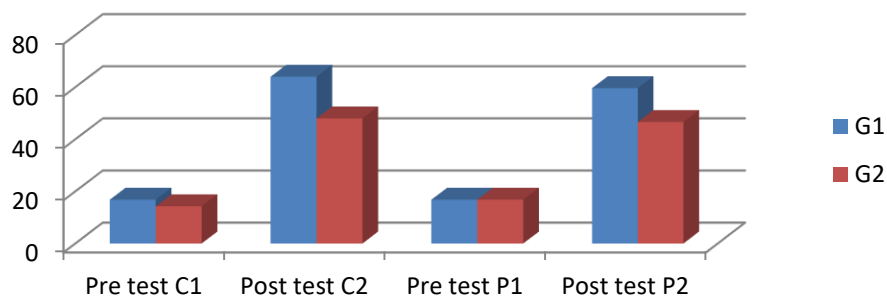


Fuente: Propia

El instrumento evaluativo utilizado en el pre test y post test contiene preguntas relacionadas con la comprensión y predicción; realizando el análisis en los grupos experimental G1 y control G2 (Figura 25) se tiene valores similares próximos a 16,8% en el pre test, el post test tiene valores muy superiores respecto al pre test tanto en la comprensión y predicción, sin embargo los resultados del grupo experimental G1 son superiores en 14,5% al grupo control G2.

Figura 25

Determinación de la comprensión C y predicción P en pre test y post test en los grupos experimental G1 y control G2



CAPÍTULO V
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO V ANÁLISIS DE RESULTADOS

La investigación nos proporciona resultados los cuales muestran que los estudiantes actualmente utilizan el internet como recurso para obtener información que les permita complementar su formación académica y el medio más frecuente para acceder es el celular y/o computador de manera indistinta en un 66%, mientras que el 29% solo utiliza de manera exclusiva el celular para acceder a información y el 3% utiliza solamente el computador, estos datos nos muestran que los estudiantes corresponden a la generación millennials y centennials que se caracteriza por el permanente acceso a estas tecnologías, claro, no siempre con fines académicos, sino con fines muchas veces sociales donde para ellos la comunicación iterativa cobra una dimensión relevante. Ahora el uso del celular es más frecuente por varios motivos como ser: el tamaño, peso, practicidad y costo respecto a la computadora, de ahí que todas las personas de manera general tienen al alcance un celular.

Cuando desarrollamos el taller sobre los simuladores, los estudiantes recién tomaron conocimiento de estas tecnologías, toda vez que ellos accedían a: sitios de publicaciones en el internet que muchas veces no tenían un nivel académico, también utilizan video tutoriales con frecuencia, pero en el caso de los simuladores era algo nuevo para ellos, siendo que estos simuladores tenían bastante tiempo en su publicación en la red, por lo tanto el 100% de los estudiantes considera que la utilización del mismo en materias como Química y Física permitiría comprender de mejor manera conceptos que muchas veces resultan abstractos para ellos. Entonces utilizar simuladores en el desarrollo de los temas consideran los estudiantes muy innovador y motivador, sin embargo de preferencia recomiendan que no sea su utilización en línea, recomiendan que pueda ser una aplicación para celulares, de esta manera tendrían a mano este recurso tecnológico. También recomiendan que los simuladores deben ser de acuerdo al nivel de profundidad del contenido del tema a desarrollar en teoría como en el laboratorio, en el taller se evidencio que existe simuladores en el internet pero estos son limitados en sus condiciones y de un nivel superficial. La utilización de los simuladores motiva a los estudiantes y tienen la

posibilidad de plantearse diferentes situaciones los cuales permitiría analizar e interpretar los resultados de manera que sus conceptos teóricos puedan ser consolidados.

El diseño y construcción del Simulador Químico consideró los aspectos antes mencionados, la prueba de software permitió contrastar los resultados que tenían los ejercicios de Química con el resultado generado por el simulador a partir de ciertas características de las soluciones. Se pudo evidenciar que la diferencia son mínimas, esto puede deberse fundamentalmente porque el cálculo que realiza el simulador toma valores inextenso mientras que el resultado que presenta el ejercicio tiene generalmente valores redondeados en cierta cantidad de decimales, por lo que consideramos apto el simulador en los diferentes casos.

En la validación mediante el criterio de expertos, el componente comprensión presenta una variabilidad sin embargo la moda y mediana tienen valores prácticamente iguales con una desviación estándar alrededor de la unidad, esto podría originarse debido a que los expertos tienen en su valoración criterios personales definidos, sin embargo en el método de validación mediante expertos se considera la valoración del grupo de expertos que en nuestro estudio son 25 expertos, en ese sentido el valor medio alcanzado en todos los casos es superior a 3 que vendría a ser el valor referencial, es decir, si el valor medio fuera menor a 3 significa que ese paso debería ser replanteado hasta la obtención de valoración superior a 3 que significa aceptado. El valor 3 referencial deriva de la propia escala de valoración que se utilizó en el criterio de expertos.

El componente predicción genera los mismos valores de moda, mediana y desviación estándar alrededor de uno. Los valores medio son superior al valor referencial de 3 lo que significa como aceptado para el componente predicción de resultados.

Referente a la validación, es importante que propuestas teóricas puedan ser validados con ayuda de los expertos, los cuales por el nivel de experticia y experiencia emiten criterios de valoración. Si en la validación se llega a criterios de valoración de: Poco adecuado ó No adecuado se recomienda realizar el ajuste correspondiente en la propuesta hasta llegar mínimamente al criterio de valoración de Adecuado, en el caso de la presente

investigación de obtuvo en las 10 preguntas o pasos criterios de valoración de Bastante adecuado (Cuadro 3) lo que implica que el simulador químico desde el plano teórico se puede considerar aceptado en su aplicación.

Cuadro 3

Relación de Criterios de Valoración y Conclusión

NIVEL	PREGUNTA O PASO	CRITERIO DE VALORACIÓN	CONCLUSIÓN
Compresión	Paso 1	Bastante Adecuado	Aceptado
Compresión	Paso 2	Bastante Adecuado	Aceptado
Compresión	Paso 3	Bastante Adecuado	Aceptado
Compresión	Paso 4	Bastante Adecuado	Aceptado
Compresión	Paso 5	Bastante Adecuado	Aceptado
Predicción	Paso 6	Bastante Adecuado	Aceptado
Predicción	Paso 7	Bastante Adecuado	Aceptado
Predicción	Paso 8	Bastante Adecuado	Aceptado
Predicción	Paso 9	Bastante Adecuado	Aceptado
Predicción	Paso 10	Bastante Adecuado	Aceptado

Fuente: Propia

De manera general la validación mediante el criterio de expertos tiene una confiabilidad de 0,7926482 contrastando con la escala del coeficiente de confiabilidad se encuentra como aceptable, entonces mediante el método de validación de criterio de expertos podemos indicar que el Simulador Químico es aceptable en función de los resultados, funcionamiento y aplicabilidad en el desarrollo del tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base en la materia de Química General.

El diseño cuasiexperimental se inició con la aplicación del Pre test para los grupos experimental G1 y grupo control G2, los datos obtenidos muestran que las medias de ambos grupos son estadísticamente iguales, sin embargo estos valores obtenidos son 16,8 y 15 respectivamente dentro el rango de cero a cien. Podemos considerar como puntuaciones muy bajas, esto puede originarse al hecho que los estudiantes al momento de aplicar el Pre test no tenían desarrollado el tema de Equilibrio Iónico: Ácido – Base, es decir que este tema sería desarrollado a continuación, pero la prueba t student determina que los grupos al inicio del experimento se encuentran en las mismas condiciones en función al conocimiento del tema. Los grupos tienen características heterogéneas con

rango de hasta 20 dentro el puntaje de un mínimo de 5 y máximo de 25 con una moda de 20.

La primera evaluación se realiza posterior al desarrollo de los conceptos teóricos y prácticos del tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base, la evaluación muestra al grupo experimental G1 con puntuaciones con una moda de 45, media de 63,88 y valor máximo de 100. En el caso del grupo control G2 la moda es de 29, la media de 42 y el puntaje máximo es de 77; ambos grupos presentan una dispersión en sus puntajes. La prueba t student determina que los grupos son diferentes estadísticamente en su media. En esta primera evaluación podemos considerar que la utilización del Simulador Químico en el grupo experimental tendría un efecto que se traduce en la obtención de puntuaciones superiores al del grupo control.

La segunda evaluación fue después de aplicar los conceptos del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base en el laboratorio, el grupo experimental alcanza un puntaje máximo de 99, rango de 40 y media de 63,88; el grupo control tiene un puntaje máximo de 68, rango de 48 y media de 51,3846, teniendo grupos con variabilidad en las puntuaciones, la prueba t student muestra que los grupos son diferentes en sus medias, siendo que el grupo experimental presenta mejores resultados que el grupo control, esto puede ser por la utilización del Simulador Químico, siendo que las condiciones restantes fueron similares en el desarrollo del experimento.

En la prueba Post test de acuerdo al diseño experimental se determina que el grupo experimental tiene una media de 61,8 mientras que el grupo control tiene una media de 47,3077 apreciándose una diferencia significativa que también se determina con la prueba t student. En el contraste con el Pre test se aprecia una diferencia significativa en el grupo experimental donde el valor de la media en el Pre test es 16,8 mientras que en el Post test alcanza una media de 61,8 siendo una diferencia de 45. El grupo control en el Pre test obtiene una media de 15 y en el Post test alcanza una media de 47,3077 con una diferencia de 32,3077, en estos datos de comportamiento de ambos grupos se puede determinar resultados superiores en el grupo experimental respecto al grupo control.

De manera general los dos grupos (experimental y control) inician el experimento en las mismas condiciones, se aprecia que en el desarrollo el grupo experimental obtiene puntuaciones superiores al grupo control siendo que las condiciones de los dos grupos fueron similares con la diferencia de que el grupo experimental utilizó el Simulador Químico.

En relación a la comprensión, el grupo experimental y control tienen comportamiento similar en las puntuaciones iniciales según el Pre test, el grupo experimental tiene un valor de 16,8 esto puede ser a la falta de conocimiento sobre el tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base donde se desarrolla conceptos y definiciones propias de los ácido, bases y sales para posteriormente llevar a un plano práctico en la resolución de ejercicios y el laboratorio. En el Post test la puntuación llegó a 64 siendo que el estudiante ahora puede comprender los diferentes casos y utilizar el Simulador Químico de manera que el sustento teórico y la variabilidad de casos le permite al estudiante una mayor consolidación del tema y desarrollar predicciones de manera más precisa en base del argumento interpretativo respecto al Pre test alcanzando un incremento de 47,2. Mientras el grupo control en el Pre test tiene puntuaciones de 14,28 y en el Post test registra puntuaciones de 48, teniendo un incremento de 33,72.

En el caso de la predicción, el Pre test registra un valor de 16,8 para ambos grupos lo que implica que los estudiantes prácticamente no tienen capacidades para predecir resultados de los diferentes casos de disoluciones, sin embargo en el Post test el grupo experimental alcanza puntuaciones de 60 siendo el incremento de 43,2 y el grupo control llega a 47 teniendo un incremento de 30,2, entonces podemos indicar que el grupo experimental tiende a predecir resultados de las diferentes situaciones de mejor manera que el grupo control, apreciándose esto en la diferencia de incremento de las puntuaciones entre el Pre test y el Post test.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

El objetivo de la investigación fue determinar el impacto de los Simuladores Químicos como herramienta en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base en los estudiantes que cursan la materia de Química General; para alcanzar el objetivo general, se trabajó con dos objetivos específicos:

6.1 Conclusiones del primer objetivo específico

El primer objetivo específico hace referencia al diseño del Simulador Químico, para este efecto se tiene las siguientes conclusiones:

- En el taller realizado con los estudiantes de la materia de Química General para determinar las percepciones que se tienen sobre los Simuladores Químicos se llegó a lo siguiente: Respecto a la utilización en sus estudios de los simuladores que les permitan comprender y predecir el Equilibrio Iónico: Acido – Base, se pudo evidenciar que los estudiantes en su mayoría consideran que es posible utilizar los simuladores en Química siendo una novedad, los cuales podrían ayudar no solo a obtener resultados, mas por el contrario les permita comprender en sus estudios a partir de los diferentes casos que se presenten, también permitiría realizar análisis y discusiones de manera más profunda en un marco motivador. Complementan que los simuladores deben tener la profundidad que amerita el desarrollo del tema, toda vez que los simuladores comerciales son muy generales en este aspecto.

También consideran la opción que los simuladores aparte de utilizarlos en computadoras puedan ser utilizados en los celulares como una aplicación, debido que en la facultad son pocos los estudiantes que disponen de sus computadoras, siendo los celulares utilizados con mayor frecuencia. También hacen referencia que el simulador debería no necesariamente funcionar en línea por la situación del internet como también deberían ser de acceso libre.

- Tomando en cuenta las percepciones de los estudiantes, se realizó la construcción de un simulador químico correspondiente a la materia de Química General en el capítulo de

Equilibrio Iónico: Ácido – Base, para este efecto se utilizó el software Microsoft Excel sobre el cual se diseñó y concretizó aplicando diferentes conceptos del capítulo correspondiente en sus diferentes casos, con la idea de constituirse en una herramienta que permita desarrollar el tema de la mejor manera en teoría, resolución de ejercicios y el laboratorio de Química, posteriormente se migró las ecuaciones y algoritmos a una aplicación para celulares.

- Finalmente se realizó la validación del simulador químico mediante el criterio de expertos con la participación de 25 docentes dedicados a la enseñanza de la Química se obtuvo criterios de valoración de Bastante adecuado con valores de 3,36 a 3,88 siendo valores superiores al valor medio dentro el rango de uno a cinco en los pasos y el coeficiente confiabilidad aceptable para el Simulador Químico de 0,7926482 dentro el rango de cero a uno.

6.2 Conclusiones del segundo objetivo específico

El segundo objetivo específico se refiere a la implementación del Simulador Químico:

- Inicialmente se aplicó la prueba pre test a los grupos que participaron en la investigación para determinar el nivel de conocimiento que tienen sobre el tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base, los resultados nos permiten identificar que los estudiantes de ambos grupos prácticamente tienen un bajo nivel de conocimientos en este tema. Posteriormente se desarrolló las actividades teóricas y prácticas del tema para luego realizar las evaluaciones correspondientes en el cual se puede observar que los estudiantes en ambos grupos se aprecia un incremento en el nivel de conocimientos siendo mayor en el grupo experimental respecto al grupo control; de manera similar ocurre en las actividades en el laboratorio de Química.

- En la prueba post test obtenemos resultados que nos permite identificar que el grupo experimental tiene puntuaciones superiores que el grupo control el cual nos permite inferir que puede corresponder a la implementación del Simulador Químico. Así mismo se determinó que existe un incremento de la comprensión en el grupo experimental

permitiendo también realizar predicciones de resultados más reales en otros supuestos casos.

Finalmente, el Simulador Químico se constituye en un recurso pedagógico motivante para los estudiantes que les permite experimentar diferentes casos de una manera que se complementa con el desarrollo cognitivo en este tema, recomendando que es posible utilizar los simuladores químicos en otros temas de Química y en otras materias como ser: Física, Matemáticas, Biología entre otros.

6.3 Conclusiones del objetivo general

En el transcurso del experimento se evidencia un incremento de los valores obtenidos en la dimensión comprensión en ambos grupos, pero al concluir el experimento se tiene una diferencia de 13,48 del grupo experimental respecto al grupo control, este valor superior es el resultado de la capacidad de los estudiantes de manejar en forma apropiada los conceptos teóricos del tema el cual se traduce en justificar y argumentar ante la situación planteada.

En la dimensión predicción, los grupos experimental y control tienen incremento en sus puntuaciones, sin embargo el grupo experimental es superior en 13 al grupo control, que implica que este grupo adquiere habilidades en términos de predecir resultados cuando se encuentra en situaciones planteadas debido a las características de las soluciones.

En el estudio se determinó un impacto significativo de los simuladores como herramienta en la comprensión y predicción del Equilibrio Iónico: Ácido – Base en los estudiantes que cursan la materia de Química General, los datos obtenidos en el diseño experimental, siendo que los resultados antes y después de la experiencia evidencian un desarrollo en términos de la comprensión y predicción siendo esto de buena manera importante para el estudiante universitario.

6.4 Validación de la hipótesis

La hipótesis de la investigación indica que al implementar los Simuladores Químicos en el desarrollo del Equilibrio Iónico: Ácido – Base permitiría una mejora de manera significativa la comprensión y predicción en los estudiantes que cursan la materia de Química General, al respecto se pudo determinar que los resultados obtenidos mediante el diseño experimental planteado y el posterior análisis de datos que evidentemente la implementación del Simulador Químico en el desarrollo del tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base, en el grupo experimental permitió obtener valores superiores en su evaluación respecto al grupo control, lo cual nos permite afirmar que la hipótesis de nuestra investigación es confirmada de manera empírica.

6.5 Aportes de la investigación

Respecto al aporte de la investigación se puede indicar: la construcción del Simulador Químico de carácter inédito rescatando las percepciones de los estudiantes que cursan la materia de Química General de manera que se constituye en una herramienta útil en sus estudios y que de acuerdo al diseño de investigación tiene incidencia en los aprendizajes. La aplicación “Simulador Químico” para celulares y tablets se puede descargar desde la siguiente dirección electrónica: https://drive.google.com/file/d/1u34JGhx8b15Jw1_QPIjTMJJ3BXb8DtL0/view?usp=drivesdk

Se identificó que los estudiantes se encuentran motivados al poder utilizar estos recursos tecnológicos, dejan de tener las materias de ciencias exactas un enfoque abstracto para tener un desarrollo interactivo.

El alcance de la investigación se orienta inicialmente para los estudiantes universitarios que tienen la materia de Química General en el cual podemos simular situaciones variadas en función del tipo de soluciones y concentraciones que es posible elegir y en función de los resultados generados realizar la interpretación de los mismos en base a sus conceptos teóricos.

Por lo tanto estos instrumentos pedagógicos que pueden ser utilizado en teoría como apoyo al desarrollo del contenido, también ser utilizado en el laboratorio para contrastar resultados con el manejo de los equipos, materiales y reactivos en este último caso variadas características.

Finalmente, indicar que materias de las ciencias exactas como ser: Matemáticas, Física y Química son considerados muy exigentes y complejos pueden ser planteados de manera innovador, en ese sentido la implementación de Simuladores Químicos en la enseñanza de la Química permite desarrollar entornos más dinámicos y aplicativos en el análisis de diferentes casos que presenta el tema de estudio. .

6.6 Recomendaciones

Recomendamos la implementación del Simulador Químico Equilibrio Iónico: Ácido – Base en la Materia de Química General e Inorgánica como parte de la estrategia educativa.

Se recomienda formar equipos multidisciplinarios formados por informáticos y expertos de áreas específicas que puedan construir simuladores que respondan a las exigencias del nivel de formación universitario.

Se recomienda permitir el uso de los simuladores en la planificación de clases teórica y laboratorios, los cuales favorecen al desarrollo del pensamiento analítico y reflexivo del fenómeno químico.

Se recomienda utilizar equipos tecnológicos como ser: tablets, celulares y computadores en las clases dinámicas en Química con el manejo de los simuladores los cuales permiten desarrollar la motivación en los estudiantes de Química y de esta manera cambiar la actitud de rechazo que tienen algunos estudiantes a estas materias.

Se recomienda seguir en esta línea de investigación con el objetivo de construir una tecnología educativa sustentada en los simuladores para enriquecer la enseñanza por medio de las didácticas especializadas como es el caso de la enseñanza de la Química permitiendo mejorar el aprendizaje y el rendimiento académico.

BIBLIOGRAFÍA - WEBGRAFÍA

- Balaguera, D. F., (2017). *Implementación del POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) en las prácticas de laboratorio de Fisiología dirigida a los estudiantes de pregrado en Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia* (tesis de maestría). Universidad Nacional De Colombia Facultad de Medicina, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Colombia.
- Benites Galbiati, M., (2013). Un laboratorio de silicio: química sin reactivos. *Revista de Química. Pontificia Universidad Católica del Perú*. 27(1-2), 9-13, Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/8973>
- Breska, A., (2018). Doble disociación de un solo intervalo y predicción temporal rítmica en la degeneración cerebelosa y la enfermedad de Parkinson. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Recuperado de: <https://www.pnas.org/content/115/48/12283>
- Carriazo, J., Saavedra, M., (2004). La didáctica de la Química: Una disciplina emergente, *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*. 10.17227/ted.num15-5563. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/323609166_LA_DIDACTICA_DE_LA_QUIMICA_UNA_DISCIPLINA_EMERGENTE
- Cataldi, Z., Izaguirre, A., Bruno, O., Dominighini, C., Sánchez, V., Lage, F., (2013). Modelos y simuladores en la enseñanza de ingeniería: las estrategias de por descubrimiento. *VIII International Conference on Engineering and Computer Education*, 457-417. doi: 10.14684/ICECE.8.2013
- Cataldi, Z., Chiarenza, D., Dominighini, C., Lage, F., (2012). *Clasificación de Laboratorios Virtuales de Química y Propuesta de Evaluación Heurística*. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19937/3870-Laboratorios_Virtuales_2col.pdf?sequence=1

- Contreras Gelves, G., García Torres, R., y Ramírez Montoya, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura*, 2 (1).
- Dirac, P. A. M. (1929). Quantum Mechanics of Many-Electron Systems, *Revista Proceedings of the Royal Society*, 123(792), 714-733, Recuperado de: <http://gtwlx.jpkc.fudan.edu.cn/reference/ref4.pdf>
- Figueroa, A., Flores, M., (2010). Validación de propuestas con el método MF10. Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/validacion-propuestas-metodo-mf10/validacion-propuestas-metodo-mf10.pdf>
- Figueroa, A., (2016). *Química Universitaria*. La Paz, Bolivia: Editorial AI
- Hernández, R., (Mayo de 2001). Método Delphi para la selección de expertos. En Métodos estadísticos aplicados a la investigación educativa. *Programa de doctorado en ciencias de la educación UMRPSFXC*, Sucre, Bolivia
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*, México: Mc Graw Hill. Recuperado de: <http://www.rev16deabril.sld.cu>
- Huerta, V., (2000). *¿Problema o ejercicio?*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/danihuer70/problema-o-ejercicio>
- Konetes, G. D., (2010). The Function of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Educational Virtual Games and Simulations. *Proceedings Of The International Workshop On Web Information Systems & Applications*, 2(1), 23-26.
- Labarca, M. (2005). La Filosofía de la Química en la Filosofía de la ciencia contemporánea. *Redes*, 11 (21), 155-171. [Fecha de Consulta 19 de Marzo de 2021]. ISSN: 0328-3186. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90702105>

- Lopez-Gómez, Ernesto (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica, *Educación XXI*, 21(1),17-40. [fecha de Consulta 9 de Febrero de 2020]. ISSN: 1139-613X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=706/70653466002>
- Mallart, J., (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidades. En *Didáctica para psicopedagogos*. Madrid: UNED. 23-57. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/325120200_Didactica_concepto_objeto_y_finalidades
- Martínez, S., Duarte, M., Scortechini, J. (2014). Diseño de un simulador de procesos químicos para uso colaborativo y didáctico. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaE)*, 2(1), 71-84. Recuperado de <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/refcale/article/viewFile/6/6>
- Mellado, V., Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Revista Historia y Epistemología de las ciencias: Enseñanza de las ciencias* 11 (3), 331 – 339. [Fecha de Consulta 20 de Febrero de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/13272152.pdf>
- Narváez, L. M., (2015). *Propuesta para la enseñanza-aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas implementando simuladores para estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Samaria* (tesis de maestría). Universidad Nacional De Colombia Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales, Colombia.
- Narciso-Linares, P., Narciso-Romero, J., Molina-Jordá, J.M., (Julio de 2015). Los simuladores como recurso educativo ante las consideraciones alternativas del Equilibrio Químico en estudiantes universitarios, Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la adaptación y cambio. Llevado a cabo en XIII *Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria*. Universidad de Alicante, España.

Osorio, P., Ángel, M. y Franco, A. (2012). El uso de simuladores educativos para el desarrollo de competencias en la formación universitaria de pregrado. (Artículo de reflexión derivado de investigación o de tesis de grado) *Revista Q*, 7 (13), 23, julio - diciembre. Disponible en: https://revistas.upb.edu.co/index.php/revista_Q/article/view/7740/7063

PhET interactive simulations. University of Colorado Boulder. (20 de febrero de 2020). Tim Herzog habla sobre el uso de PhET para la investigación guiada en química universitaria [Video]. *Youtube*. <https://www.youtube.com/watch?v=UypdZe2Wv9A>

POGIL. (25 de febrero 2020). URL. <https://pogil.org/about-the-pogil-project>

Pomés, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. *Enseñanza de las ciencias*, 1991,9 (1), 78-82. Recuperado de: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:nXublpVMoNcJ:scholar.google.com/+ejercicio+vs+problema+en+qu%ADmica&hl=es&as_sdt=0,5

Quintanilla, Mario, Joglar, Carol, Labarrere, Alberto, Merino, Cristian, Cuellar, Luigi, & Koponen, Ismo. (2014). ¿Qué piensan los profesores de química en ejercicio acerca de la resolución de problemas científicos escolares y sobre las competencias de pensamiento científico?. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(2),283-302. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000300017>

Quiroga, M. C., Ferrer, L. E., Sebök, A., (Septiembre 2015). Experiencia con simuladores para la enseñanza de la química, *III Jornadas de TIC e Innovación en el Aula, Universidad nacional de La Plata, Argentina*.

Ramírez Hernández, D., Checa Cundar, P., May Navarro, M., (2015). Práctica educativa exitosa con el uso de REA para el aprendizaje de la Química en escuelas de escasos recursos: laboratorio virtual ChemLab. Práctica educativa exitosa con el uso de

REA para el aprendizaje de la Química en escuelas de escasos recursos: laboratorio virtual ChemLab. Virtualis. Tecnológico de Monterrey. 6(12). Recuperado de: <http://aplicaciones.ccm.itesm.mx/virtualis/index.php/virtualis/article/view/132>

Rodriguez, A., (2014). Aprendizaje de las ciencias básicas usando en herramientas computacionales interactivas y simuladores virtuales de laboratorios. 2d. Internacionalcongress of science education – 15 years of the journal of science education, Recuperado de: www.accefyn.org.co/rec

Scerri, E. (2000). Philosophy of Chemistry: A New Interdisciplinary Field?, *Journal of Chemical Education* 77(4), 522-525. Fecha de consulta 3 de Marzo de 2021. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed077p522>

Scerri, E. (2001). The New Philosophy of Chemistry and Its Relevance to Chemical Education, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 2, (2), 165-170. Fecha de consulta 4 de Marzo de 2021. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2001/rp/b1rp90016a#!divAbstract>

Shulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education*, 6, 1-21.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). El Proceso de la investigación científica. Recuperado de: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

Torrez, L., (2018). *Uso de simuladores y su incidencia en las habilidades para resolver problemas de redes de datos de los estudiantes de una Institución de Educación Superior de Lima* (tesis de maestría). Universidad César Vallejo Escuela de Postgrado, Lima, Perú.

Universidad Estatal a Distancia UNED. (2012). *Plan de Mejoramiento Institucional* [White paper]. Recuperado de: http://www.uned.ac.cr/images/ami/documentos/pmi_uned_agosto_2012.pdf

- Valles-Sánchez, A., Rosales-Marines, L., Serrato-Villegas, L., y Farías-Cepeda, L., (2014). Métodos y Usos de la Química Computacional, *Acta química Mexicana, Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(11), 16-21, Recuperado de: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%2011/3.pdf>
- Villaveces, J. (2000). Química y Epistemología, una relación esquiva. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 1 (3), 9-26. [Fecha de Consulta 23 de Marzo de 2021]. ISSN: 0124-4620. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41400302>
- Vargas Vargas, R., (2013). Matemáticas y neurociencias: una aproximación al desarrollo del pensamiento matemático desde una perspectiva biológica. *Revista Iberoamericana de educación matemática*. 36(12-13), 37-46, Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Rafael_Vargas8/publication/325282741_Matemáticas_y_neurociencias_una_aproximación_al_desarrollo_del_pensamiento_matemático_desde_una_perspectiva_biológica/links/5b0388120f7e9be94bdad38c/Matemáticas-y-neurociencias-una-aproximación-al-desarrollo-del-pensamiento-matemático-desde-una-perspectiva-biológica.pdf
- Vivas-Reyes, R. (2009). Filosofía de la química: una área ampliamente olvidada. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 33(126), 125-128. Fecha de consulta 2 de Marzo de 2021. Disponible en: http://www.accefyn.com/revista/Vol_33/126/125-128.pdf
- Zabalza, M., (2011). Nuevos enfoques para la didáctica universitaria actual. *Perspectiva, Florianópolis*, v. 29, n. 2, 387-416. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/2175-795X.2011v29n2p387/22209>
- Zabalegui, J., (2014). *Uso de simuladores y Tics en educación* (tesis de maestría) Universidad Pública de Navarra, España.

ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario para determinar las percepciones que tienen los estudiantes respecto a los Simuladores y su utilidad en la materia de Química General.

PREGUNTA	RESPUESTA	JUSTIFICACIÓN
Usted tiende a utilizar las TICs para complementar su estudio?	a) Computador b) Celulares c) Ambos d) Ninguno	
¿Considera que utilizar simuladores en química le ayudaría a comprender el fenómeno químico?	a) Si b) No	
Si bien los simuladores son destinados para PC, consideraría buena opción para sus estudios tener simuladores de química en aplicaciones para celulares.	a) Si b) No	
Los simuladores en química deben ser capaz de abarcar los diferentes aspectos relacionados con el tema y con la profundidad que amerita sus estudios en la universidad	a) Si b) No	
Que es lo más importante en los simuladores	a) Si b) No	
Considera que los simuladores deben estar relacionados lo mejor posible con los casos que se detallan en teoría y laboratorio?	a) Si b) No	

Fuente: Elaboración propia

Tarea: Determinar las percepciones que tienen los estudiantes respecto a los simuladores y su utilidad en la materia de Química General.

Indagaciones empíricas: Cuestionario para determinar las percepciones de los estudiantes respecto a los Simuladores Químicos y la utilidad en clases.

Conceptualización: La percepción de los estudiantes es un proceso en el cual tendrán la capacidad de comprender y entender los Simuladores Químicos a partir de la exposición de sus características.

Operacionalización:

Variable	Dimensión	Indicadores	Items
Percepción de los estudiantes	Capacidad de comprender y entender	Criterios de pertinencia de contenido y apoyo	100%

Validez: De acuerdo al procedimiento realizado anteriormente, se presenta la validez de contenido del instrumento a utilizarse para determinar la percepción de los estudiantes respecto a los Simuladores Químicos y la utilidad en clases.

Confiabilidad: Se determinó la confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alfa de Crombach obteniéndose un valor de 0,79 considerado una confiabilidad aceptable.

Anexo 2

Asistencia al taller: Simuladores Químicos y su utilidad en el aprendizaje

LISTA DE ALUMNOS: MATERIA QUIMICA GENERAL E INORGÁNICA, PARALELO C
GESTIÓN II-2018. FECHA: 16 DE NOVIEMBRE DE 2018

No.	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	C.I.
1	ANDRADE	MERCADO	GABRIEL EROS	11109518
2	APAZA	MAMANI	BRAYAN MIJAEI	9925080
3	ARUHUISA	MOLLER	CAROLINA	9938990
4	ARUQUIPA	MERCADO	JEANETTE	8277129
5	CALLE	NUÑEZ	ELIANA	11103932
6	CALLIZAYA	ESQUIVEL	IDER	10035292
7	CAPIONA	FLORES	ALEXANDRA	13649185
8	CATARI	MOLLO	MARISOL	9930834
9	CHIQUIPA	CHOQUE	VANESA	13086034
10	CHUQUIMIA	VENTURA	LIZBETH JOHANNA	8330825
11	COLQUE	CHIQUIPA	NENA JHOVANA	8281698
12	CONDE	HUANCA	DAMARIS	10083872
13	CONDORI	CALLIZAYA	GABRIEL	9225115
14	FERNANDEZ	ARENAS	JOSELIN	8422889
15	FUENTES	NINA	PAMELA SONIA	12543729
16	GUTIERREZ	DELGADO	JHAMIL	9168921
17	HILARI	CASAS	SUSANA	10955366
18	LLUSCO	MARCA	MARY ISABEL	12862295
19	LLUSCO	TARQUI	MARIA ISABEL	10014815
20	MAMANI	CANQUI	LIZETH YOVANA	14107338
21	MAMANI	LIMACHI	JORGE IVAN	10928002
22	MAMANI	QUISPE	JOSE ELIAS	9895718
23	MENDOZA	FLORES	BRIAN JAZMANI	13117295
24	MIXTO	HUMEREZ	ALVARO RENE	6878766
25	ORIHUELA	CORNEJO	ZULEMA	7034249
26	PATZI	ARCOS	EDWIN JUAN	8443025
27	QUISPE	CALLISAYA	RAQUEL	8295609
28	QUISPE	QUISPE	MONICA ANA	8327064
29	RODRIGUEZ	ESTRADA	NANCY	6998033
30	ROJAS	LAYME	GABRIELA	9901269
31	RUIZ	CHURA	ARIEL FERNANDO	13215035
32	SAUCEDO	ALI	JIMENA	9912953
33	TAMBO	COLQUE	LIZBETH RULIAN	8282937
34	TOLA	ALARCON	WENDY DANIELA	9900782
35	TORRES	MAMANI	BRAYAN	10030348
36	VASQUEZ	MAMANI	MARISOL SANDRA	8358511
37	VILLALOBOS	MEZA	JUAN VICTOR	7715522
38	YUPANQUI	CHOQUE	MILENKA	10902282

Anexo 3

Matriz con resultados para la determinación de los expertos

a) Grado de conocimiento o información (escala 1 a 10)	I
b) Nivel de argumentación (escala 1 a 3)	
Manejo de teorías y conceptos inherentes al Equilibrio iónico	II
Planteamiento de ejercicios correspondientes al Equilibrio iónico	III
Resolución de ejercicios de Equilibrio iónico	IV
Actividad realizada en el laboratorio sobre Equilibrio iónico	V
Su propio conocimiento por la experiencia de la docencia	VI
Aplicación de simuladores u otros en su actividad docente	VII

EXPERTO	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	7	3	3	3	2	1	1
2	9	2	2	2	2	2	1
3	8	3	3	3	2	2	2
4	7	2	2	2	2	2	1
5	8	3	2	3	2	2	2
6	8	3	3	2	2	3	2
7	7	3	2	2	3	2	2
8	7	3	3	2	2	3	2
9	9	3	3	2	2	3	1
10	7	2	2	3	2	2	1
11	8	3	2	3	2	2	2
12	8	3	2	3	3	2	1
13	9	3	2	3	3	2	1
14	8	3	3	2	2	2	1
15	8	2	3	2	2	2	2
16	8	3	3	3	2	3	2
17	8	2	2	2	2	2	2
18	8	2	2	3	3	2	3
19	8	2	3	3	3	2	1
20	8	2	3	2	2	3	2
21	7	3	3	2	2	3	1
22	8	2	2	3	3	2	2
23	8	2	3	3	2	2	2
24	8	3	2	2	2	2	1
25	8	3	3	3	2	2	2

Anexo 4

Planilla de validación del simulador químico mediante expertos

DIMENSIÓN	No.	PREGUNTA O PASO	VALORACIÓN
Comprensión	1	El simulador permite comprender las características de los ácidos y bases que tienen comportamiento: débil y fuerte	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Comprensión	2	Con el simulador se puede comprender el comportamiento de las sales de acuerdo a su composición referente al pH	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Comprensión	3	El simulador permite comprender los momentos de la titulación y la pertinencia de los indicadores	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Comprensión	4	El simulador permite comprender la función de los tampones	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Comprensión	5	El simulador puede inducir a plantear casos variados	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Predicción	6	El simulador considera varios casos que comprende el equilibrio iónico en la determinación del pH	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Predicción	7	Los resultados obtenidos mediante el simulador permiten confirmar con los obtenidos en teoría	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Predicción	8	El simulador permite obtener resultados de acuerdo a diferentes casos de: ácidos, bases, sales, titulaciones, mezclas y tampones	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Predicción	9	Los resultados del simulador se relacionan con las características del fenómeno químico que se desarrolla.	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado
Predicción	10	Los resultados obtenidos con el simulador podrían ser referentes para el trabajo en el laboratorio de los estudiantes	1= No adecuado 2= Poco adecuado 3= Adecuado 4= Bastante adecuado 5= Muy adecuado

Anexo 5

Batería de ejercicios de Química

ASIGNATURA: QUIMICA GENERAL E INORGÁNICA

UNIDAD DIDACTICA 6: EQUILIBRIO IONICO ÁCIDO - BASE

CONTENIDO:

Teorías de la acidez y la basicidad: Arrhenius,
Bronsted – Lowry y Lewis
Fuerza relativa de los ácidos y de las bases
Producto Iónico del agua K_w
pH y pOH
pH de ácidos y bases fuertes: pH de ácidos y bases
débiles.
Hidrólisis de sales
Titulaciones
Soluciones Buffers, ión común
Problemas de aplicación

CRITERIO DE DESEMPEÑO 6

Resuelve problemas básicos de equilibrio iónico en soluciones acuosas; aplicando conceptos y definiciones de ácidos y bases, empleando la escala del pH como medida del grado de acidez y de alcalinidad e interpretando el equilibrio acido-base en las titulaciones de neutralización.

BIBLIOGRAFÍA:

BABOR IBARZ	PROBLEMAS DE QUÍMICA GENERAL
BROWN TLEMAY	QUÍMICA LA CIENCIA CENTRAL
LONGO FREDERICK	QUÍMICA GENERAL
WILLIAM SEESE Y WILLIAM DAUB	QUIMICA
CHANG RAY MOND	QUIMICA GENERAL
ROSSEMBERG	QUIMICA GENERAL
FIGUEROA – FIGUEROA	QUÍMICA UNIVERSITARIA

GUÍA DE EJERCICIOS DEL CAPÍTULO EQUILIBRIO IÓNICO: ÁCIDO - BASE

ACIDOS FUERTES

1.- Calcular el pH y la concentración de hidrógenos de las siguientes soluciones, suponiendo ionización completa: a) ácido nítrico 0,01 M, b) ácido sulfúrico 0,001 M, c) ácido clorhídrico 10^{-8} M, d) ácido diprotico 0,8 M.

Respuesta: a) pH=2; b) pH=2,69; c) 6,95; d) ERROR

2.- Calcular el pH de una solución de ácido sulfhídrico 0,02 M suponiendo una ionización completa.

Respuesta: 1,4

3.- Calcular el pH y pOH de una solución de ácido sulfúrico suponiendo ionización total que se prepara tomando 2 ml de una solución de ácido sulfúrico concentrado del 96% en peso y densidad 1,84 g/ml para finalmente ser diluida hasta un volumen de 500 ml.

Respuesta: pH = 0,84; pOH = 13,16

BASES FUERTES

4.- Determinar la concentración de iones oxhidrilos de las siguientes soluciones: a) hidróxido de calcio 0,01 M, b) hidróxido de sodio $1,25 \times 10^{-8}$ M. Cuál es el pH de cada una de las soluciones.

Respuesta: a) $[\text{OH}^-] = 0,02$ pH=12,3; b) $[\text{OH}^-] = 1,125 \times 10^{-7}$ pH=7,05

5.- Se prepara una solución de hidróxido de potasio disolviendo 0,56 gramos de KOH en agua, el volumen final es de 100 ml. Indicar a) el pH de la solución, b) el pOH

Respuesta: a) 13; b) 1

6. Determinar el pH de una solución de hidróxido de aluminio de concentración 2,5 N

Respuesta: Solución concentrada.

ACIDOS DÉBILES

7. La constante de ionización del ácido acético de concentración 0,01M es $1,75 \times 10^{-5}$. Determinar el pH y el grado de ionización.

Respuesta: a) pH=3,38 $\alpha=4,1\%$

8.- Hallar el pH de una solución que se obtiene disolviendo 1,036 gramos de ácido fórmico en 875 ml de solución siendo su valor de $K_a = 1,7 \times 10^{-4}$

Respuesta: 2,7

9.- Calcular el pH de una solución 1 M de un ácido monoprótico, cuya constante de ionización es $1,1 \times 10^{-10}$. Tener en cuenta que la ionización del agua, la cual es algo menor que para el disolvente puro debido a la presencia del ácido.

Respuesta: 4,98

10.- La constante de ionización del ácido acético es $1,77 \times 10^{-5}$. Determinar el grado de ionización y el pH de una solución: a) 1 M, b) 0,001 M

Respuesta: a) $\alpha=0,42\%$ pH=2,38; b) $\alpha=13,3\%$ pH=3,9

BASES DÉBILES

11.- El hidróxido de amonio tiene una constante de ionización K_b de $1,79 \times 10^{-5}$. Determinar el pH y el grado de ionización de una solución que tiene una concentración 0,1 M.

Respuesta: pH=11,12 $\alpha=1,3\%$

12.- La constante de ionización de amoniaco en agua es de $1,75 \times 10^{-5}$. Calcular: a) el grado de ionización, b) la $[OH^-]$ de una solución 0,08 M de amoniaco.

Respuesta: a) $\alpha= 1,468\%$; b) $1,17 \times 10^{-3}$

13.- Qué concentración de una base débil monobásico de constante de ionización $2,3 \times 10^{-5}$ puede generar un pH de 11

Respuesta: 0,045 M

14.- Cuál es el pH de una solución 0,26 M de metilamina, sabiendo que la constante de ionización básica tiene un valor de $4,4 \times 10^{-4}$, indicar el grado de ionización.

Respuesta: pH = 12,02; $\alpha= 4,11\%$

SAL ACIDO DEBIL – BASE FUERTE

15.- Se tiene una solución de acetato de sodio 0,12 N. Si la constante de ionización del ácido acético es $1,79 \times 10^{-5}$. Determinar el pH y el grado de hidrólisis en la sal.

Respuesta: a) pH=9 $\alpha=0,0068\%$

16.- Calcule el pH de 25 ml de una solución de cacodilato de sodio $(CH_3)_2AsO_2Na$ de concentración 0,1 M ($K_a = 6,4 \times 10^{-7}$)

Respuesta: 9,6

17.- La constante de ionización del ácido benzoico es $6,3 \times 10^{-5}$. Determinar el grado de hidrólisis del benzoato sódico en una disolución que contiene 5 gramos por litro y calcular el pH de la disolución.

Respuesta: $\alpha = 6,7 \times 10^{-3} \%$; $\text{pH} = 8,37$

SAL ACIDO FUERTE – BASE DEBIL

18.- Se tiene una solución de cloruro de amonio 0,15 N. Si la constante de ionización del amoniaco es $1,75 \times 10^{-5}$. Determinar el pH y el grado de hidrólisis en la solución.

Respuesta: a) $\text{pH} = 5$ $\alpha = 0,00617\%$

19.- Calcular el pH y el grado de disociación de una solución de nitrato de amonio 0,02 M sabiendo que la constante de ionización básica es $1,8 \times 10^{-5}$

Respuesta: $\text{pH} = 5,48$, $\alpha = 0,0166\%$

20.- Una solución de cloruro de piridonio $\text{C}_5\text{H}_6\text{NCl}$, se encontró que tiene un K_b de la piridina es $1,49 \times 10^{-9}$, Cual será la molaridad para que se tenga un 0,5% de grado de hidrólisis.

Respuesta: 0,26 M

SAL ACIDO DEBIL – BASE DEBIL

21.- Calcular el grado de hidrólisis y el pH de una solución 0,01 M de acetato de amonio. K_a para el ácido acético es $1,75 \times 10^{-5}$ y K_b para el amoniaco es $1,75 \times 10^{-5}$

Respuesta: 0,57%; $\text{pH} = 7$

22.- El ácido acético, el ácido fórmico y el amoniaco tienen las siguientes constantes de ionización: $1,77 \times 10^{-5}$; $1,78 \times 10^{-4}$ y $1,75 \times 10^{-5}$. Hallar el grado de hidrólisis y el pH de una disolución de: a) acetato amónico; b) formiato amónico.

Respuesta: a) $\alpha = 0,568\%$; $\text{pH} = 7$; b) $\alpha = 0,179$; $\text{pH} = 6,5$

23.- Se tiene una solución de benzoato de metilamina de concentración 0,4 M, Cual es el pH de la solución. K_a $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ $6,5 \times 10^{-5}$; K_b CH_3NH_2 $4,4 \times 10^{-4}$

Respuesta: 7,4

24.- Determinar el pH de una solución 0,1 M de cianato de amonio NH_4CNO . K_b para el amoniaco $1,75 \times 10^{-5}$ y K_a para el ácido ciánico $3,3 \times 10^{-4}$

Respuesta: 6,4

SAL ACIDO FUERTE – BASE FUERTE

25.- Se disolvió 3 gramos de cloruro de sodio formando una solución de 750 ml, Cuál el pH de la solución resultante.

Respuesta: 7

26.- En un matraz aforado de 250 ml se disuelve 3,7 gramos de sulfato de plomo. Cuál será el pH de la solución.

Respuesta: 7

TITULACION BD – AF

27.- En la titulación de 25 ml de una solución 5×10^{-2} M de NH_3 ($K_b = 1,79 \times 10^{-5}$) con solución 5×10^{-2} M de HCl, calcular el pH en los siguientes puntos: a) al inicio, b) después de agregar 10 ml de ácido, c) en el punto de equivalencia, d) después de agregar 0,1 ml de solución de ácido

Respuesta: a) 10,98; b) 9,4; c) 5,3; d) 4,0

28.- Como titulante se tiene el ácido clorhídrico 0,015 M, en el erlenmeyer se toma 20 ml de hidracina H_2NNH_2 cuyo K_b es $1,3 \times 10^{-6}$ y concentración 0,02 M. Determinar el pH en los siguientes volúmenes del titulante: a) 0 ml, b) 10 ml, c) neutralización, d) 35,6 ml.

Respuesta: a) 10,2; b) 8,24; c) 4,9; d) 2,61

TITULACIÓN AD – BF

29.- Se titula 25 ml de una solución de ácido acético 0,1 M ($pK_a = 4,72$) con una solución de hidróxido de sodio 0,2 M. Determinar: a) el pH al inicio de la titulación (0 ml de hidróxido de sodio), b) el pH cuando se añade 5 ml de hidróxido de sodio, c) el pH en el punto de equivalencia, d) el pH después de añadir 15 ml de hidróxido de sodio.

Respuesta: a) $pH=2,86$; b) $pH=4,4$; c) $pH=8,8$; d) $pH=12,1$

30.- Calcular el pH en los siguientes puntos, al titular una alícuota de 50 ml de una solución 0,1 M de ácido cacodílico (un ácido débil, $K_a = 6,4 \times 10^{-7}$) con NaOH 0,35 M: a) al comienzo, b) después de haber agregado 10 ml de NaOH, c) en el punto de equivalencia.

Respuesta: a) 3,6; b) 6,14; c) 9,54

TITULACIÓN AF – BF

31.- Una solución de ácido nítrico 0,01 M en un volumen de 25 ml se titulan con hidróxido de potasio 0,02 M. Determinar: a) el pH al inicio, b) después de agregar 10 ml de la base, c) en el punto de neutralización, d) después de agregar 20,5 ml de la base.

Respuesta: a) 2; b) 2,36; c) 7; d) 11,55

32.- Se titulan 50 ml de HCl 0,1 M con NaOH 0,1 M. Calcule el pH al principio de la titulación y después de agregar 10, 50 y 60 ml de titulante.

Respuesta: 1; 1,18; 7; 11,96

TITULACIÓN BF – AF

33.- 40 ml de una solución de NaOH 0,01 M se titulan con HCl 0,01 M. calcular el pH en los siguientes puntos: a) al inicio, b) después de agregar 20 ml de ácido, c) en el punto de equivalencia, d) después de agregar 42 ml del ácido.

Respuesta: a) 12; b) 11,52; c) 7; d) 3,6

34.- 40 ml de hidróxido de sodio 0,09 M se diluyen con agua a 100 ml y se titulan con ácido clorhídrico 0,1 M. Calcule el pH después de la adición de los siguientes mililitros de titulante: a) 0; b) 10; c) 20; d) 36; e) 40; f) 80

Respuesta: a) 12,55; b) 12,47; c) 12,38; d) 7; e) 2,54; f) 1,61

BUFFERS

35.- Un litro de una solución amortiguadora contiene 0,15 moles de ácido acético y 0,1 moles de acetato de sodio. Si la constante de ionización del ácido acético es $1,8 \times 10^{-5}$. Cuál es el pH de la solución amortiguadora.

Respuesta: 4,57

36.- Cuál es el pH de una solución tampón de amoníaco 0,1 M y cloruro de amonio 0,1 M. $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$

Respuesta: 9,26

37.- Se prepara 50 ml de una solución tampón mezclando ácido fluorhídrico 0,25M $pK_a = 3,17$ con fluoruro de sodio 0,1 M. a) Cuál es el pH de la solución tampón?. b) Si añadimos 5 ml de hidróxido de sodio 0,05 M, cuál el pH?. c) Si a la solución tampón se añade 5 ml de ácido clorhídrico 0,05 M, cual es el pH?

Respuesta: a) 2,77; b) 2,8; c) 2,74

38.- 0,8 mol de ácido acético y 0,5 mol de acetato de sodio son los componentes de una solución amortiguadora cuyo volumen es 500 ml. Calcular: a) el pH de la solución amortiguadora, b) el pH después de añadir 25 ml de ácido nítrico 0,9 M, c) el pH después de adicionar 50 ml de hidróxido de sodio 1,2 M. La constante de ionización ácida es $1,8 \times 10^{-5}$

Respuesta: a) 4,54; b) 4,5; c) 4,62

39.- Uno de los principales amortiguadores biológicos que se encuentra en la sangre es el carbonato ácido que se forma por el CO_2 en los tejidos durante el proceso metabólico que en medio acuoso genera ácido carbónico. El carbonato ácido en el proceso de oxigenación tiende a descomponerse en CO_2 y eliminar por la respiración. Si la proporción de $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ es de 1:20; cual es el pH del tampón biológico. $\text{pK}_a = 6.1$.

Respuesta: 7,4

ION COMUN

40.- El valor de K_a del ácido salicílico $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$, es $1,06 \times 10^{-3}$. Determinar: a) el grado de disociación y el pH de una disolución que contiene 1 g del ácido por litro, b) el pH de la mezcla y el grado de disociación del ácido cuando se añade de ácido clorhídrico 0,1 normal.

Respuesta: a) $\alpha = 0,34$; $\text{pH} = 2,6$ b) $\text{pH} = 4,11$; $\alpha = 0,0104$

41.- Hallar el pH y el grado de disociación de un ácido acético 0,5 M. Si a un litro del mismo se añaden 0,02 moles de ácido nítrico (sin que varíe el volumen). Hallar ahora el grado de disociación y el pH. $\text{pK}_a = 4,7$.

Respuesta: a) $\text{pH} = 2,5$ $\alpha = 0,632\%$; b) $\text{pH} = 3,3$ $\alpha = 0,1\%$

Anexo 6

Matriz con resultados de la validación del simulador químico mediante expertos

	PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4	PASO 5	PASO 6	PASO 7	PASO 8	PASO 9	PASO 10
EXPERTO 1	4	3	3	4	4	4	4	3	5	5
EXPERTO 2	5	4	5	3	3	4	4	5	4	3
EXPERTO 3	4	3	5	4	5	4	4	3	4	4
EXPERTO 4	3	5	4	3	4	4	4	3	3	2
EXPERTO 5	4	3	3	5	4	3	4	4	4	4
EXPERTO 6	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3
EXPERTO 7	3	4	3	5	4	2	3	4	2	3
EXPERTO 8	4	3	2	3	4	3	2	3	3	3
EXPERTO 9	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3
EXPERTO 10	3	2	4	3	4	4	2	3	4	4
EXPERTO 11	2	4	2	3	4	4	3	4	2	2
EXPERTO 12	3	2	4	3	4	4	3	2	4	4
EXPERTO 13	4	4	4	3	4	3	5	5	4	5
EXPERTO 14	5	5	4	5	5	4	2	1	2	3
EXPERTO 15	2	1	2	3	2	4	5	5	4	4
EXPERTO 16	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3
EXPERTO 17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
EXPERTO 18	4	5	4	4	5	5	4	3	2	3
EXPERTO 19	4	5	4	3	4	3	4	5	5	5
EXPERTO 20	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2
EXPERTO 21	3	1	2	2	1	2	3	2	2	1
EXPERTO 22	1	2	1	2	3	2	1	2	1	2
EXPERTO 23	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4
EXPERTO 24	4	5	3	5	4	3	4	5	5	4
EXPERTO 25	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5

Los pasos: 1, 2, 3, 4, 5 corresponden a la dimensión comprensión.

Los pasos: 6, 7, 8, 9, 10 corresponde a la dimensión predicción.

Anexo 7

Instrumento de evaluación para la comprensión y predicción

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN: TEMA EQUILIBRIO IÓNICO ÁCIDO – BASE

PARALELO : GRUPO : CÓDIGO: FECHA:

En qué valor las escalas del pH y pOH tienen el mismo comportamiento ácido-base en la solución.

a) 1 b) 7 c) 14 d) todos e) ninguno

Cuál de las siguientes características corresponde a un ácido débil

a) reversibles b) disociación total c) constante de ionización d) todas e) ninguno

Para determinar el pH de una solución muy diluida, se debe considerar

a) el volumen de la solución b) concentración de $[H^+]$ del agua c) naturaleza de la solución d) todos e) ninguno

Cuál de las siguientes características corresponde a una base fuerte

a) reversible b) disociación total c) constante de ionización d) todas e) ninguno

Si tenemos una solución de un ácido fuerte diprotico 0,65 M. Cuál podría ser su pH

a) entre 7,1 a 9 b) entre 9,1 a 13 c) entre 13,1 a 14 d) todos e) ninguno

Si tenemos una solución de una base fuerte 1,2 M cual podría ser su pH

a) entre 7,1 a 9 b) entre 9,1 a 13 c) entre 13,1 a 14 d) todos e) ninguno

Si tenemos una solución de una ácido fuerte monoprótico 10^{-8} M. Cual podría ser su pH

a) entre 0,1 a 3 b) entre 3,1 a 6 c) entre 6,1 a 7 d) todos e) ninguno

El grado de disociación representa

a) $[H^+]$ b) $[OH^-]$ c) [productos] d) [reactivos] e) ninguno

Cuando el pH de una solución está próximo a 7 implica que dicha solución es

a) concentrada b) diluida c) no influye c) todos e) ninguno

El benzoato de sodio en solución tendrá un pH

a) ácido b) básico c) neutro d) todos e) ninguno

La solución de nitrato de amonio tendrá un pH

a) ácido b) básico c) neutro d) todos e) ninguno

Una solución de cloruro de sodio tendrá un pH

a) ácido b) básico c) neutro d) todos e) ninguno

Se tiene una solución tampón de pH = 4,5 y añadimos un ácido fuerte, el nuevo pH será

a) ligeramente menor b) ligeramente mayor c) francamente menor c) no se modifica d) ninguno

Se tiene una solución tampón de pH = 8,3 y añadimos un base fuerte, el nuevo pH será

a) ligeramente menor b) ligeramente mayor c) francamente mayor c) no se modifica d) ninguno

Una solución buffers esta constituido por

a) ácido débil y su sal b) base débil y su sal c) todos e) ninguno

En la titulación ácido fuerte – base fuerte, el punto de equivalencia tiene un pH

a) ácido b) base c) neutro d) todos e) ninguno

La titulación ácido débil – base fuerte, el punto de equivalencia tendrá un pH

a) ácido b) base c) neutro d) todos e) ninguno

En la titulación base débil – ácido fuerte, el punto de equivalencia tendrá un pH

a) ácido b) base c) neutro d) todos e) ninguno

En una titulación, la elección del indicador será en función del pH de neutralización y

- a) rango de viraje del indicador b) no tiene incidencia c) abundancia d) ninguno
 En una gráfica de la titulación de manera general se puede identificar
 a) punto de inicio b) punto de equivalencia c) punto de exceso d) todos e) ninguno

Tarea: Construir un instrumento que permita determinar el impacto del Simulador Químico en el desarrollo del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base en el pre test y post test en la materia de Química General en función de la comprensión y predicción.

Indagaciones empíricas: El cuestionario debe ser utilizado para determinar el impacto del Simulador Químico en el desarrollo del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base a nivel del pre test y post test dentro el diseño experimental implementado en relación a la comprensión y predicción.

Conceptualización: La comprensión como el hecho de internalizar un nuevo conocimiento lo cual permite complementar conocimientos anteriores en busca de un equilibrio cognitivo permitiendo una mejor interpretación. La predicción consideramos como la capacidad de anticipar a posibles resultados, diferencias y comportamientos de las sustancias químicas en función de las características que tienen dichas sustancias químicas.

Operacionalización:

Variable	Dimensión	Indicadores	Items
Comprensión	Incorporación de nuevo conocimiento hasta llegar en equilibrio cognitivo que permitan asimilar e interpretar el fenómeno químico.	Utilización de elección múltiple.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Predicción	Capacidad de predecir la diferencia en el comportamiento de las sustancias químicas en función de sus características.	Utilización de elección múltiple.	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

Validez: De acuerdo al procedimiento realizado anteriormente, se presenta la validez de contenido del instrumento a utilizarse para determinar el impacto del Simulador Químico en el desarrollo del Tema Equilibrio Iónico: Ácido – Base a nivel del pre test y post test dentro el diseño experimental.

Confiabilidad: Se determinó la confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alfa de Crombach obteniéndose un valor de 0,9 considerado una confiabilidad aceptable.

Anexo 8

LISTA DE ALUMNOS: MATERIA QUIMICA GENERAL E INORGÁNICA, PARALELO C NOTAS 1ER PARCIAL TEMAS: CONCEPTOS FUNDAMENTALES, ESTEQUIOMETRIA Y DISOLUCIONES

GRUPO EXPERIMENTAL				N o	N o	GRUPO CONTROL			
VALENCIA	URUÑA	DANIELA	100	1	26	PACHECO	MERLO	MARCO EDDY	91
TIÑINI	TAMBO	MARCO ANTONIO	80	2	27	VILLCA	PAREDES	DARIO JULIAN	91
APAZA	CUSI	CRISTOPHER	75	3	28	VILLALOBOS	MEZA	JUAN VICTOR	75
TARQUI	JAVIER	JHOSELIN NEYDA	75	4	29	BARRETO	POCOATA	KELVIN LEONARDO	70
QUISPE	LUNA	SOLEDAD YOSELIN	70	5	30	CALERO	FLORES	ANA LUCIA	70
ARANCIBIA	CANASA	KATHLEEN LUZ	60	6	31	POMA	FELIPE	RONALD JHOEL	70
BLANCO	QUISPE	ERICKA MELVY	60	7	32	FLORES	PAYE	JESSICA ESPERANZA	60
CAPIONA	FLORES	ALEXANDRA	60	8	33	MACLEAN	LOVERA	OSMAR	60
TORREZ	HILARI	BRAYAN KEVIN	60	9	34	CONDORI	SIÑANI	KAROLINA FLOREE	60
MAMANI	CONDORI	YAMIL BEIMAR	55	10	35	ROJAS	LAYME	GABRIELA	55
ALEJO	VELARDE	VALERIA	50	11	36	GUTIERREZ	DELGADO	JHAMIL	50
BOZO	TOLEDO	ALVARO RENE	50	12	37	ORIHUELA	CORNEJO	ZULEMA	50
CONDORI	CALLIZAYA	GABRIEL	50	13	38	QUISPE	QUISPE	MONICA ANA	50
DIAZ	VEDIA	ROMEL ENRIQUE	50	14	39	QUISPE	QUELCA	RUTH	50
LUQUE	CHOQUEMIT A	JHONNY	42	15	40	LLUSCO	MARCA	MARY ISABEL	40
CALLE	FERNANDEZ	REYNA MARIA	40	16	41	CHIHUAPURI	YARICHIME	MARIA INES	40
COLQUE	CHOQUE	SANTOS EULOGIO	35	17	42	MACLEAN	LOVERA	LEYLA GABRIELA	35
CONDORI	SILVA	ROMY ROCIO	33	18	43	ASPI	JIMENEZ	LIZ DANITZA	35
MAYTA	VILA	LEILA MILENKA	31	19	44	ROSALES	RAMIRES	TATIANA	33
MARTINEZ	FLORES	NEVIAN	30	20	45	PATTI	QUISPE	EVA JHANET	32
MAMANI	DE LA CRUZ	MARY LUZ	25	21	46	CHAMBI	ROJAS	ADRIANA KATHERINE	27
MAMANI	CATARI	IRIS CELINDA	24	22	47	MAMANI	QUISPE	JHIMY JOEL	26
CONURANA	ZANGA	GRISELDA	23	23	48	MAMANI	PAYE	MILDRED TANIA	28
APAZA	QUISPE	MARIA MAGDALENA	20	24	49	LEDEZMA	CRISPIN	ANDREA ROMANETH	21
RODRIGO	MAMANI	NAYELI GABRIELA	15	25	50	MAMANI	FLORES	RONALDO JAVIER	18
					51	NOGALES	GUTIERREZ	MARCELO NICOLAS	17

Anexo 9

Guía de trabajo y evaluación O2 y O6 para la actividad teórica y ejercicios de los grupos experimental G1 y control G2

QUÍMICA GENERAL TEORÍA - EJERCICIOS

EQUILIBRIO IÓNICO: Ácido – Base

ALUMNO:

ALUMNO:

ALUMNO:

ALUMNO:

FECHA: **GRUPO:**

ACTIVIDAD EXPLORATORIA:

(Descargar la aplicación de la dirección proporcionada por el docente, posteriormente instalar en los celulares.

- Explore la aplicación Simulador Químico SQ Equilibrio Iónico: Ácido – Base, comentar con el grupo sobre la experiencia y los diferentes procesos que puede desarrollar el simulador.)

ACTIVIDAD PREVIA TEÓRICA:

Parte I: Preguntas de investigación previas a la simulación

1. Investigue las siguientes definiciones de ácidos y bases.

- a. Definiciones de ácidos y las bases.
- b. Fuerza relativa de los ácidos y las bases.
- c. Autoionización del agua y producto iónico Kw.
- d. El pH y su relación con el pOH.
- e. pH de ácidos y bases, fuertes, débiles y sales.
- f. Buffers o tampones.

g. Curvas de titulaciones.

Construir un mapa mental de manera sistematizada sobre las cuestionantes que se formularon.

ACTIVIDAD TEÓRICA DE APLICACIÓN

Parte II: Aplicación de definiciones. (Realizar esta actividad con la ayuda del Simulador Químico SQ)

1. Crear una tabla con las siguientes columnas.
 - a. pH, $[H^+]$, $[OH^-]$, Indicadores
2. Cada fila de la tabla será para las 11 soluciones que indicará el docente
3. Determinar el pH, y registrar para las 11 soluciones.

Preguntas

1. ¿Cuál es el rango de pH para los ácidos fuertes?
2. ¿Cuál es el rango de pH para los ácidos débiles?
3. ¿Cuál es el rango de pH para las bases fuertes?
4. ¿Cuál es el rango de pH para las bases débiles?
5. ¿Cuándo una solución constituida por una sal tiene carácter ácido?
6. ¿Cuándo una solución constituida por una sal tiene carácter básico?
7. ¿Qué tipo de sal tendrá un pH de 7?
8. ¿Qué le sucede al pH de la solución diluida?

ACTIVIDAD PRÁCTICA

Parte III: (Con ayuda del Simulador Químico realizar la siguiente actividad)

1. Determinar el pH de una solución acuosa de ácido clorhídrico de las siguientes concentraciones: 0,1M; 1×10^{-4} M; 1×10^{-6} M; 1×10^{-8} M.
2. Registre las concentraciones de los iones $[H^+]$ y $[OH^-]$, para cada solución en una tabla de datos.

Preguntas

1. ¿Qué relación existe entre la concentración de $[H^+]$ y $[OH^-]$ en las soluciones
2. ¿Cuál la relación entre el pH y el pOH de las soluciones?.
3. ¿Cuál la relación entre la concentración y el pH en la solución.?

Parte IV: Determinar posibles resultados de las siguientes soluciones y relacionar con los resultados generados por el Simulador Químico SQ.

1. pH de una solución de ácido clorhídrico 0,12M
2. pH de una solución de ácido fórmico 0,12 M. $K_a = 1.7 \times 10^{-4}$
2. Ahora mezclar estas dos soluciones, cuál es el pH de la mezcla.

Preguntas

1. ¿Analizando las características de las soluciones, predecir los valores de pH de acuerdo al comportamiento. Argumentar.
2. Contrastar los resultados obtenidos producto del análisis con los generados mediante el Simulador Químico SQ, Argumentar.

Parte V: Con ayuda del Simulador Químico SQ, realizar la siguiente actividad:

Se titula una muestra de 40 ml de CH_3COOH 0,01 M con $NaOH$ 0,02 M. K_a del CH_3COOH es $1,75 \times 10^{-5}$. Determinar con ayuda del Simulador Químico el pH en:

- a) 0 ml de $NaOH$
- b) 3 ml de $NaOH$
- c) 10 ml de $NaOH$
- d) 20 ml de $NaOH$
- e) 30 ml de $NaOH$
- f) graficar pH vs volumen y registrar el color del indicador: fenolftaleína y rojo de metilo.

Preguntas:

1. Interpretar los diferentes puntos de la titulación en función del comportamiento de las soluciones.

2. Comentar los colores que asumen los indicadores en cada punto de la titulación.

Parte VI: Con ayuda del Simulador Químico SQ, realizar la siguiente actividad:

Para preparar una solución tampón se dispone de una solución de ácido fluorhídrico 0,25M y fluoruro de sodio 0,1M. pK_a del ácido fluorhídrico es 3,17.

Indicar:

- a) El pH al cual se producirá el sistema tampón.
- b) Si añadimos 5 ml de hidróxido de sodio 0,05M a 50 ml de solución tampón, cual es el nuevo pH en la solución tampón?
- c) Si añadimos 5 ml de ácido clorhídrico 0,05 M a 50 ml de la solución tampón, cuál será el nuevo pH en la solución tampón.

Preguntas

1. Como se aplica el sistema tampón en los sistemas biológicos. Comentar.

Anexo 10

Guía de trabajo y evaluación O3 y O7 para la actividad en laboratorio de los grupos experimental G1 y control G2

QUÍMICA GENERAL LABORATORIO

EQUILIBRIO IÓNICO: Ácido – Base

ALUMNO:

ALUMNO:

ALUMNO:

ALUMNO:

FECHA DE REALIZACION DEL LABORATORIO:

CALCULOS Y RESULTADOS

1.- DETERMINACIÓN DEL pH LAS DISOLUCIONES

1.1. Determinar el pH de la solución de ácido clorhídrico

- a) papel pHmetro: b) pH indicador fenolftaleína:
- c) pH de digital: d) pH indicador naranja de metilo:
- e) pH simulador:
- f) pH cálculos teóricos:

1.2 Determinar el pH de la solución de hidróxido de sodio

- a) papel pHmetro: b) pH indicador fenolftaleína:
- c) pH de digital: d) pH indicador naranja de metilo:
- e) pH simulador:
- f) pH cálculos teóricos:

1.3 Determinación del pH y el grado de disociación del ácido acético.

- a) papel pHmetro: b) pH indicador fenolftaleína:
- c) pH de digital: d) pH indicador naranja de metilo:
- e) pH simulador: f) grado de hidrólisis:
- g) pH cálculos teóricos:

2.- DETERMINACION DEL pH EN LA TITULACIÓN ACIDO DÉBIL – BASE FUERTE:

Titulante: Concentración:M

Muestra: Concentración:M Volumen:ml

Indicador:

ml Titulante	pH	Color indicador	ml Titulante	pH	Color indicador
0			20		
5			25		
10			30		
15			35		

3.- DETERMINACION DEL pH EN LA TITULACIÓN ACIDO FUERTE – BASE FUERTE:

Titulante: Concentración:M

Muestra: Concentración:M Volumen:ml

Indicador:

ml Titulante	pH	Color indicador	ml Titulante	pH	Color indicador
0			20		

5			25		
10			30		
15			35		

4.- DETERMINACIÓN DEL pH PARA UNA MEZCLA

Se mezcla dos ácidos:

- a) Ácido: concentración: M volumen:ml
 b) Ácido: concentración: M volumen:ml

- a) papel pHmetro: b) pH indicador fenolftaleína:
 c) pH de digital: d) pH indicador naranja de metilo:
 e) pH simulador:
 f) pH cálculos teóricos:

INDICAR SUS COMENTARIOS SOBRE EL USO DEL SIMULADOR QUÍMICO:

COMPRENSIÓN:

De los siguientes ácidos/bases, indicar:

SOLUCIÓN	FUERTE	DÉBIL	JUSTIFICAR
HCl			

CH ₃ COOH			
NH ₄ OH			
NaOH			

De las siguientes soluciones, comparando unas con otras, cual su análisis:

SOLUCIÓN	[]	pH	ANÁLISIS
HCl			
CH ₃ COOH			
NaOH			

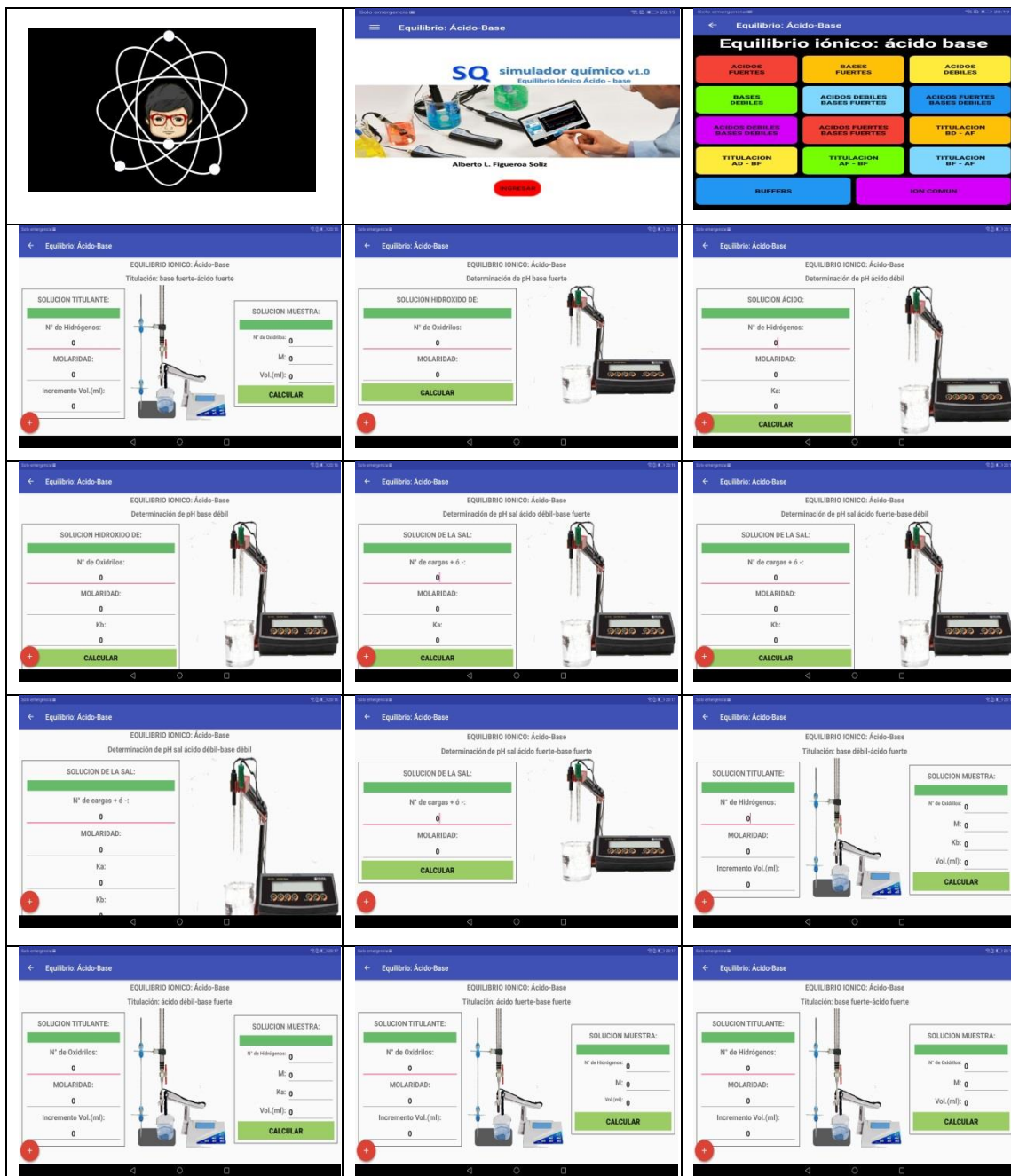
SI TUVIERA LAS SIGUIENTES SOLUCIONES, PREDECIR LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

SOLUCION	[M]	Keq	pH	pOH	[H]	[OH]	α
Ca(OH) ₂	0,01	-----					
CH ₃ COOH	1	1,77x10 ⁻⁵					
NH ₄ OH	0,1	1,79x10 ⁻⁵					
CH ₃ COONa	0,12	1,79x10 ⁻⁵					
NH ₄ Cl	0,15	1,75x10 ⁻⁵					

Observaciones:

Anexo 11

Imágenes del Simulador Químico con las diferentes opciones de cálculos



The image shows two screenshots of a mobile application titled "Equilibrio: Ácido-Base".

Left Screenshot: EQUILIBRIO IONICO: Ácido-Base
Subtitle: Soluciones buffers, tampón o amortiguadoras.
The interface includes:

- ACIDO:** Input fields for "N° de Hidrogenos" (0), "M:" (0), and "Vol.(ml):" (0).
- ACIDO (DEBIL):** Input fields for "N° de Hidrogenos" (0) and "M:" (0).
- HIDROXIDO DE:** Input fields for "N° Oxid:" (0), "M:" (0), and "Vol.(ml):" (0).
- SAL (DEL ACIDO DEBIL):** Input field for "Carga = -" (0).

A central diagram shows a titration setup with a burette and two flasks.

Right Screenshot: EQUILIBRIO IONICO: Ácido-Base
Subtitle: pH DE MEZCLAS DE SOLUCIONES-ION COMUN.
The interface includes:

- SOLUCION 2: ACIDO:** Input fields for "N° de Hidrogenos" (0), "M:" (0), and "Vol.(ml):" (0).
- SOLUCION 1: ACIDO:** Input fields for "N° de Hidrogenos" (0), "M:" (0), and "Ka:" (0).

A central diagram shows a titration setup with a burette and a flask containing a blue solution. A green "CALCULAR" button is at the bottom.