

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN EN AGUA DE PECERA: PROPUESTA PARA
POTENCIAR APRENDIZAJE DE ESTEQUIOMETRIA CON TÉCNICAS DE
ANÁLISIS VOLUMÉTRICO**

Giomar Pinilla Silva

Nadver Enrique Restrepo Salcedo

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Licenciatura en Química
Bogotá D.C.
2018**

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN EN AGUA DE PECERA: PROPUESTA PARA
POTENCIAR APRENDIZAJE DE ESTEQUIOMETRIA CON TÉCNICAS DE
ANÁLISIS VOLUMÉTRICO**

**Giomar Pinilla Silva-2013115044
Nadver Enrique Restrepo Salcedo-2013115077**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciados en Química

Directora:
Magister en Biología Dora Luz Gómez Aguilar

Grupo de Investigación Didáctica y sus Ciencias

Línea de Investigación Incorporación de la Educación Ambiental al Currículo de
Ciencias

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Licenciatura en Química
Bogotá D.C.
2018**

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo de grado a mi madre,
Gladys Elena Salcedo Romero
por ser mi motor en la vida, mi primera maestra
y por enseñarme que no importan las adversidades de la vida,
que todo los resolvemos luchando con una sonrisa
siendo labradores de nuestro propio camino.
A mi padre Jorge Restrepo, por todo su apoyo
pero sobre todo inculcar en mi la importancia del
estudio y del saber.
Enrique Restrepo.*

*Quiero dedicar en primera instancia mi trabajo de grado a Dios
porque gracias a Él se hizo un sueño realidad.
Y a mi madre Migdonia Silva Guerrero por ser mi
ejemplo a seguir, mi apoyo, mi ayuda, mi guía y la persona
que más confió en mi a lo largo del camino,
porque gracias a ella entendí “que todo lo puedo en
Cristo que me fortalece” Filipenses 4:13.
Giomar Pinilla Silva.*

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios por darnos un aliento de vida cada mañana para poder cumplir nuestro sueño de ser profesionales, a la Universidad Pedagógica Nacional por ser nuestra alma mater y hogar de formación docente, a todos los profesores de la licenciatura en química quienes aportaron conocimiento durante nuestro proceso de formación.

Especialmente a la profesora Dora Luz Gómez por asesorar y acompañar nuestro trabajo de grado, brindándonos su tiempo dentro de sus espacios académicos para la realización del mismo. Por ser un ejemplo a seguir y enseñarnos a ser prácticos en nuestro quehacer docente, siempre hay una solución y nosotros somos los encargados de buscarla.

Un agradecimiento especial al profesor Jaime Augusto Casas por todos sus aportes a nuestros conocimientos personales y profesionales.


Al profesor Yair Alexander Porras por generar en nosotros conciencia de lo que hacemos cada día como profesores.

A la profesora Martha Saavedra por escucharnos en los momentos difíciles y ser una amiga y un ejemplo a seguir.

A nuestras familias por estar ahí en todo momento acompañándonos y apoyándonos en el marco de nuestra formación como licenciados en química, y por cada ayuda que fue brindada con amor.

A nuestros compañeros y amigos, quienes se formaron junto a nosotros acompañando cada día y llenándonos de risas y recuerdos, los cuales serán guardados en nuestra memoria.

Giomar Pinilla Silva & Nadver Enrique Restrepo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>República de Colombia</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 92	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Sistema de recirculación en agua de pecera: propuesta para potenciar aprendizaje de estequiometria con técnicas de análisis volumétrico
Autor(es)	Pinilla Silva, Giomar; Restrepo Salcedo, Nadver Enrique
Director	Gómez Aguilar, Dora Luz
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 70 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	ESTEQUIOMETRIA; POTENCIAR; TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO; TÉCNICAS ANALÍTICA VOLUMÉTRICAS; SISTEMA DE RECIRCULACIÓN; PROPUESTA DE ENSEÑANZA

2. Descripción
<p>El siguiente trabajo de investigación resulta como una propuesta de enseñanza de técnicas de análisis volumétrico desde el trabajo práctico de laboratorio, que permite potenciar el uso y planteamiento de relaciones estequiométricas en estudiantes de formación docente de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, apoyados en el método de estudio de caso.</p>

3. Fuentes
<p>Bojaca, R. D. (2015). DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD POR POTENCIOMETRÍ. Bogotá D.C.: IDEAM. Obtenido de</p>

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df>

Cardona Buitrago, F. E. (2013). Las Prácticas de Laboratorio como Estrategia Didáctica. Santiago de Cali. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6772/1/CD-0395428.pdf>

Chamizo, J. A. (2010). Introducción Experimental a la Historia de la Química. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Chaparro Guarín, C., García Lizarazo, E. R., & Ochoa Caicedo, J. P. (2017). MEDICINA ALTERNATIVA VS MEDICINA CONVENCIONAL: ¿QUIÉN TIENE LA RAZÓN? ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE JÓVENES Y ADULTOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CANCERÍGENAS. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2264/TE-20581.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clavijo Díaz, A. (2002). Fundamentos de Química Analítica Equilibrio Químico y Análisis Químico. Bogotá D.C.: Universidad Nacional .

Durango Usuga, P. A. (2015). LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO COMO UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA ALTERNATIVA PARA DESARROLLAR LAS COMPETENCIAS BÁSICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA. Tesis Magistral, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf>

Fernández, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por Investigación en la enseñanza de la Biología . Florentino.

Gaitán, M. S. (2004). Determinación de Oxígeno Disuelto por el Método Yodométrico Modificación de Azida. Bogotá D.C.: IDEAM

Galeano M, M. E. (2004). Diseño de Proyectos en Investigación Cualitativa. Medellín: Universidad EAFIT. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=Xkb78OSRMI8C&printsec=frontcover&dq=investigaci%C3%B3n%20cualitativa%20pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjWkd6L293aAhXSzlkKHdoPBRwQ6AEIQjAF#v=onepage&q&f=false>

Garriz, A., Gasque, L., & Martínez, A. (2005). Química Universitaria. Pearson.

Goyenola, G. (2007). Oxígeno Disuelto ¿Qué es y por qué es importante? Red MAPSA. Obtenido de http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf

Harris, D. C. (2017). Análisis Químico Cuantitativo. California: Reverté S.A.

- Jiménez Vásquez, L. P., & Preciado Pérez, Y. C. (2017). Categoría de Equivalencia para la enseñanza de la estequiometría desde una visión fenomenológica. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/293/TO-20790.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Malagón Sánchez, J. F., Ayala Manrique, M. M., & Sandoval Osorio, S. (2011). El experimento en el aula Comprensión de fenomenologías y Construcción de Magnitudes. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Manriquez, J. A. (s.f.). FAO.org. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S08.htm>
- Merino, O. G., & Sal, F. M. (2007). Sistemas de Recirculación y Tratamiento de Agua. Corrientes: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos CENADAC (Santa Ana- Corrientes).
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estandáres Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional.
- Mondragón Romero, A. M., Torres Mesa, A., Cifuentes Torres, L., Riaño Castillo, E. R., Gómez Ramírez, E., & Hurtado Giraldo, H. (2014). Guía Práctica Para el Levante de Bagre Tigrito (*Pimelodus pictus*) en Sistemas de Recirculación de Bajo Costo. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Montino, M., Petrucci, D., Ure, J. E., Aleman, A., & Pérez, S. M. (2011). UNA PROPUESTA DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS. *Ciência & Educação*, 823-833. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251021295004>
- Moros García, P. J. (2008). Técnicas Analíticas. Madrid
- Moya Peralta, P. A. (2017). La resolución de problemas a través de trabajos prácticos de laboratorio como estrategia para el aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de décimo grado de Educación Media. *Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica*, 41-49.
- Neira Gutierrez, M. A. (2006). DUREZA EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO INDUSTRIAL IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN. ESTUDIO DE CASO: CHILE. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf
- Newmark, A. (1997). BIBLIOTECA DE LA CIENCIA ILUSTRADA QUÍMICA. México: Fernández Editores
- Normas ICONTEC. (2017). Normas ICONTEC 2017. Obtenido de <http://www.normasicontec.org/tag/trabajos-de-grado/>

- Obando Melo, S. M. (2013). Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media. Tesis Magistral, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/10308/1/36758490.2013.pdf>
- Pérez Campillo, Y., & Chamizo Guerrero, J. A. (2013). El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciência Y educação*, 503 - 504. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2510/251028539009.pdf>
- Pineda, J. L. (2006). Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce. Obtenido de <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6465/32865570.pdf>
- Pizaña Abrego, E. (s.f.). Repositorio Digital IPN México. Obtenido de Estequiometría: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/15211/4/Estequiometr%C3%ADa.pdf>
- Raviolo, A., Lerzo, G., & Piovano, N. (2014). Enseñar Estequiometría con Analogías: Desarrollo de una Secuencia Didáctica. *Educación en la Química en Línea*, 129-142.
- Rodríguez M., C. H. (2007). Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría. Bogotá: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Dureza+total+en+agua+con+EDTA+por+volumetr%C3%ADa.pdf/44525f65-31ff-482e-bbf6-130f5f9ce7c3>
- Rodríguez M., C. H. (2007). NITROGENO TOTAL EN AGUA POR EL METODO SEMI-MICRO KJELDAHL - ELECTRODO DE AMONIACO. Bogotá: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Nitr%C3%B3geno+Total+en+agua+M%C3%A9todo+Kjeldahl+Electrodo+de+Amoniaco.pdf/6eac7192-9d88-41cf-b4f0-7b5332467901>
- RubiStar. (2008). RubiStar. Obtenido de For teachers : <http://rubistar.4teachers.org/index.php?skin=es&lang=es>
- Severiche Sierra, C. A., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Las Prácticas de Laboratorio en las ciencias Ambientales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 191-205.
- Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2005). *Fundamentos de química analítica* (Octava ed.). México: THOMSON.
- Solarte, G. C. (2013). ESTANDARIZACIÓN DE TÉCNICAS DE MANEJO PARA LA PRODUCCIÓN DE PECES ORNAMENTALES EN LA CENTRAL PISCÍCOLA COLOMBIANA, VITERBO, CALDAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO, San Juan de Pasto. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89510.pdf>

- Texon, J. O., & Mendoza, M. R. (2015). INOCUBACIÓN BACTERIANA EN EL FRUTO DE CINCO VARIEDADES DE FRESA EN LOS SUELOS CON pH CONTRASTANTE. México. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n2/2395-8030-tl-34-02-00177.pdf>
- TiendaAnimal. (2013). Tienda Animal. Obtenido de: <https://www.tiendanimal.es/articulos/ciclo-del-nitrogeno-en-los-acuarios-nuevos/>
- Toro, M. A., & Serrano, E. (2003). Resolución de problemas: Estequiometría y Mapas Conceptuales. *Investigación Educativa*, 17-20.
- UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. (2015). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Obtenido de Departamento de Matemáticas: http://cms.dm.uba.ar/academico/materias/1ercuat2015/probabilidades_y_estadistica_C/tabla_tstudent.pdf
- Vargas Neira, S. D. (2014). *Los trabajos prácticos y el aprendizaje significativo de los parámetros fisicoquímicos de calidad en aceites: una mirada desde la Ingeniería de Alimentos*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/1133>
- Zamora, H. S., Herrera, S. M., Hernández, A. A., & Peña, E. M. (2008). Efecto anabólico y androgénico del esteroide acetato de trembolona en el guppy (*Poecilia reticulata*). Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n3/v39n3a4.pdf>
- Zorrilla, E. G., Mazzitelli, C. A., (2015) Una Propuesta de Trabajos Prácticos de Laboratorio en Física para el ingreso en carreras de Formación Docente. *Revista de Enseñanza de las Física*. Vol. 27. 703-705.
- Zumbado, H. (2002). Análisis Químico de los Alimentos Métodos Clásicos. La Habana: Universidad de La Habana. Obtenido de http://www.marcosarizpuro.com/assets/LIBRO_Analisis_Quimico_de_los_alimentos_m_todos_Clasicos.pdf

4. Contenidos

El objetivo principal de la investigación fue realizar una propuesta de enseñanza que permitiera a la población potenciar el aprendizaje de la estequiometría por medio de la enseñanza de técnicas de análisis volumétricas en un sistema de recirculación empleado el trabajo práctico de laboratorio. El trabajo cuenta con seis capítulos, el primer capítulo se denomina planteamiento del problema y es en este donde se manifiestan las diferentes problemáticas de aprendizaje de la estequiometría, además de plantear la pregunta problema que orientó el desarrollo de la investigación. Los capítulos dos y tres son justificación y objetivos, en los cuales se argumenta la razón de realizar este trabajo de

investigación y se plantean los diferentes objetivos que se buscan alcanzar. El cuarto capítulo refiere a los referentes teóricos, tanto didácticos como experimentales, además de una recopilación de antecedentes, los cuales son teorías que sustentan el estudio, se destacan tópicos como técnicas analíticas, estequiometría, sistemas de recirculación, trabajo práctico de laboratorio, entre otros. El quinto capítulo se denomina metodología y en él se encuentra el tipo de investigación, su enfoque, la población y las fases de la investigación.

Para finalizar se encuentra el capítulo sexto, Resultados y Análisis de Resultados, en ellos se plantean todos los resultados disciplinares y didácticos encontrados, que, a su vez, se dividen en resultados obtenidos por la población y por los investigadores, además se presenta una discusión de los mismos resultados contrastándolos con las referencias teóricas consultadas.

5. Metodología

Considerando la población con la cual se implementó la propuesta de enseñanza, se desarrolló una investigación con un enfoque cualitativo. El proceso cualitativo propone la realidad de las múltiples perspectivas, lógicas y visiones de los actores sociales que construyen e interpretan la realidad. Por tanto, la recolección y generación de información incluye los diversos y heterogéneos sujetos sociales.

La población con la que se desarrolló la investigación consta de 31 estudiantes 31 estudiantes: 23 mujeres y 8 hombres, que cursan métodos de análisis químico I en el grupo 02, de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional ubicada en la Av. Calle 72 No. 11 – 86 durante el primer semestre del año 2018. De los 31 estudiantes 18 cursan el espacio académico por primera vez, 9 por segunda y 4 por tercera, es decir, cerca del 42% de la población re-cursa el espacio académico.

Para el desarrollo de la investigación se tomaron en cuenta cuatro fases:

Fase I: Planteamiento del problema y construcción de Instrumentos:

Se inició con la búsqueda de información referente a la enseñanza de la estequiometría, encontrando una gran cantidad de documentos de diferentes nacionalidades, entre los cuales se destacan tesis magistrales, doctorales, trabajos de grado, artículos de revistas especializadas, etc. Sin embargo, ninguna articula el trabajo práctico ni las técnicas de análisis químico con la estequiometría.

Fase II: Diseño de la Propuesta:

Esta fase se dividió en dos partes diferentes, la primera fue la construcción de un sistema de recirculación para agua de pecera y la segunda fue el diseño de las prácticas

experimentales que se llevaron a cabo (Dureza Total, Oxígeno Disuelto, Alcalinidad Total y Nitrógeno Total).

Fase III: Implementación de la Propuesta de Enseñanza:

La implementación de la propuesta se dividió en varias partes, la primera fue la implementación del primer instrumento de recolección de información, el cual presenta diferentes problemas de análisis químico y un contexto histórico de los sistemas de recirculación.

La segunda fue la intervención por parte de los investigadores, dentro de la cual se realizaron diferentes exposiciones del proyecto, técnicas analíticas y resultados experimentales, se realizaron las prácticas de laboratorio.

La tercera fue la implementación del segundo instrumento, el cual ya no presentaba contexto histórico y su diseño emula un estudio de caso.

Y por último se realizó la socialización de los resultados experimentales obtenidos durante el tiempo de funcionamiento del sistema de recirculación.

Fase IV: Análisis de Resultados:

En esta fase se realizó un análisis de la información recolectada con los instrumentos empleados referente al avance que presentan en las diferentes categorías establecidas en la rúbrica, además, se realizó un análisis de las condiciones fisicoquímicas del agua que dispone de un sistema de recirculación, con el fin de estudiar el impacto que genera

6. Conclusiones

Se establece que en un principio la población con la que se desarrolló la estrategia de enseñanza no articula las técnicas analíticas volumétricas con planteamientos y relaciones estequiométricas, ya que se observa el uso de fórmulas que demuestran muchos de los problemas de aprendizaje planteados en el marco de antecedentes, los procesos de resolución se convierten en procesos mecánicos (Obando, 2013) y el estudiante no es capaz de plantear una solución cuando cambian variables, sin embargo, una vez finalizada la intervención con el segundo instrumento se logra evidenciar que hay un progreso en los estudiantes en cuanto a la articulación de técnicas como quelatometría y ácido base, en menor medida se logró establecer una relación entre técnicas de óxido reducción con planteamientos estequiométricos.

Elaborado por:

Pinilla Silva, Giomar; Restrepo Salcedo, Nadver Enrique.

Revisado por:	Gómez Aguilar, Dora Luz
----------------------	-------------------------

Fecha de elaboración del Resumen:	05	06	2018
--	----	----	------

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Planteamiento del Problema	17
1.2 Pregunta Problema	17
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 General	19
3.2 Específicos	19
4. REFERENTES TEÓRICOS	20
4.1 Antecedentes:.....	20
4.1.1 Una propuesta de trabajos prácticos de laboratorio que favorece el aprendizaje de conceptos	20
4.1.2 Una propuesta de Trabajos Prácticos de Laboratorio en Física para el ingreso en carreras de Formación Docente.....	20
4.1.3 Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la química	20
4.1.4 Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media	21
4.1.5 La resolución de problemas a través de trabajos prácticos de laboratorio como estrategia para el aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de décimo grado de Educación Media.....	21
4.2 Trabajo Práctico de Laboratorio:.....	21
4.2.1 Prácticas de Laboratorio:	22
4.3 Formato Heurístico	23
4.4 Técnicas Analíticas:.....	24
4.4.1 Técnicas de Análisis Volumétricas	25
4.4.2 Tipos de Volumetrías:	26
4.5 Estequiometría:.....	26
4.6 Sistemas de Recirculación:.....	27
4.7 Pez Guppy	28
5. METODOLOGÍA	29

5.1	Tipo de Estudio:.....	29
5.2	Descripción de la Población:.....	29
5.3	Fases de Investigación:	30
5.3.1	Fase I: Planteamiento del problema y construcción de Instrumentos:.....	30
5.3.2	Fase II: Diseño de la Propuesta:	30
5.3.3	Fase III: Implementación de la Propuesta de Enseñanza:	32
5.3.4	Fase IV: Análisis de Resultados:.....	32
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
6.1	Resultados Variables Cuantificables en Sistema de Recirculación:	36
6.1.1	Alcalinidad en Aguas de Pecera:.....	36
6.1.2	Dureza Total en Aguas de Pecera:	39
6.1.3	Oxígeno Disuelto en Aguas de Pecera:	42
6.1.4	Nitrógeno Total En Aguas de Pecera.....	44
6.1.5	Curva de Crecimiento de Nitrógeno:.....	46
6.2	Resultados Propuesta de Enseñanza:.....	49
6.2.1	Instrumento No. 01:.....	49
6.2.2	Instrumento No. 02:.....	54
6.2.3	Informe de Laboratorio Alcalinidad:.....	62
6.2.4	Informe de Laboratorio Nitrógeno Total:.....	65
6.2.5	Informe Dureza Total.....	68
7.	CONCLUSIONES	72
8.	RECOMENDACIONES.....	75
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
10.	ANEXOS.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Niveles de investigación Chamizo (2010)	24
Tabla 2	Relación % de Nitrógeno Tóxico con el pH y la Temperatura	28
Tabla 3	Desarrollo de la propuesta de enseñanza.....	34

Tabla 4 Rúbrica de análisis.....	35
Tabla 5 Datos Estandarización Hidróxido de sodio.....	36
Tabla 6 Estandarización de Hidróxido de sodio con biftalato de potasio	36
Tabla 7 Estandarización ácido Sulfúrico con Hidróxido de sodio.....	37
Tabla 8 Especies presentes en las peceras Alcalinidad	38
Tabla 9 Datos Carbonato de calcio.....	40
Tabla 10 Estandarización EDTA.....	40
Tabla 11 Datos Yodato de Potasio	42
Tabla 12 Estandarización Tiosulfato de sodio.....	42
Tabla 13 Estandarización ácido clorhídrico con hidróxido de sodio.....	44
Tabla 14 Datos ácido clorhídrico.....	46
Tabla 15 Estandarización de ácido clorhídrico con carbonato de sodio	47
Tabla 16 Datos de las peceras con respecto al crecimiento de Nitrógeno en ppm	48
Tabla 17 Resultados problema 1 categoría cálculos	50
Tabla 18: Resultados problema 1 categoría cálculos	51
Tabla 19 Resultados problema 1 categoría cálculos	51
Tabla 20 Análisis Instrumento 1 categoría Análisis.....	52
Tabla 21 Resultados problema 1 instrumento 2 categoría cálculos.....	53
Tabla 22 Resultados problema 1 instrumento 2 categoría cálculos.....	55
Tabla 23 Resultados problema 2 instrumento 2 categoría cálculos.....	57
Tabla 24 Resultados problema 3 instrumento 2 categoría cálculos.....	59
Tabla 25 Resultados problema 4 instrumento 2 categoría cálculos.....	60
Tabla 26 Análisis, instrumento 2 categoría análisis	62
Tabla 27 Análisis Informe Alcalinidad	63
Tabla 28 Análisis Informe Alcalinidad	65
Tabla 29 Análisis Informe Nitrógeno Total	66
Tabla 30 Análisis Informe Nitrógeno Total	68
Tabla 31 Análisis Informe Dureza Total	70
Tabla 32 Análisis Informe Dureza Total	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa conceptual: Concepto Estequiometría	27
Figura 2: Partes del Filtro.....	31

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Curva de Crecimiento de nitrógeno total	48
Gráfica 2 Problema No.1 Categoría: Cálculos	49
Gráfica3 Problema No.1 Categoría: Análisis	52
Gráfica 4 Problema No.2 Categoría: Cálculos	53
Gráfica 5 Problema No.1 Categoría: Cálculos	54
Gráfica 6 Problema No. 2 Categoría: Cálculos	56
Gráfica 7 Problema No. 3 Categoría: Cálculos	57
Gráfica 8 Problema No. 4 Categoría: Cálculos	59
Gráfica 9 Categoría: Análisis (global)	60
Gráfica 10 Informe Alcalinidad. Categoría Cálculos.....	62
Gráfica 11 Informe Alcalinidad, Categoría Análisis.	63
Gráfica 12 Informe Nitrógeno Total. Categoría Cálculos.	65
Gráfica 13 Laboratorio Nitrógeno Total. Categoría Análisis.	67
Gráfica 14 Laboratorio Dureza Total. Categoría Cálculos.	68
Gráfica 15 Laboratorio Dureza Total. Categoría Análisis.	70

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en el diseño de una propuesta desde el Trabajo Práctico de Laboratorio (TPL) que permitiera potenciar el aprendizaje de la estequiometría a través de la enseñanza de técnicas de análisis volumétricas. La investigación se desarrolló con los estudiantes que cursaban *Métodos de Análisis Químico I* del grupo 02 en el periodo académico 2018-1, del programa Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

El desarrollo investigativo buscaba entregar una estrategia con la que se innovó en la enseñanza de tópicos fundamentales de la química como los cálculos estequiométricos y el análisis químico, desde la articulación de ambos como complementos. La estrategia buscó que los involucrados potencien su aprendizaje y además le brinde un progreso a su formación docente, generando conciencia del reciclaje del agua y al valor de la misma en la enseñanza de las ciencias.

Se planteó también como una propuesta que brinda la oportunidad de trabajar con maestros en formación, profesionales en formación de química y estudiantes de educación media, ya que la estequiometría es una de las unidades fundamentales de la formación en química según lo establecido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006).

Se realizaron diferentes prácticas experimentales (Dureza Total, Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto y Alcalinidad Total) con el fin de determinar el impacto que genera el uso de un sistema de recirculación en dichas variables fisicoquímicas, con lo que se logró establecer que la principal utilidad del sistema es la disminución de la concentración de nitrógeno en el agua, con lo cual se pueden mantener estables las otras variables fisicoquímicas generando condiciones de vida óptimas para el pez.

Se entrega a los futuros docentes una herramienta que permita la enseñanza de la estequiometría desde las técnicas de análisis volumétricas, que contribuya con el desarrollo de destrezas de laboratorio generando una motivación hacia las prácticas experimentales.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Desde la experiencia personal y adquirida en el transcurso de la práctica pedagógica y didáctica, se observó que el aprendizaje de la estequiometría resulta un proceso mecánico y no permitía al estudiante la resolución de problemas diferentes a los abordados en el aula de clase. Se observó además que el núcleo problema casi siempre es planteado en un modelo de enseñanza tradicional, en el cual, el estudiante es un sujeto pasivo de su propio aprendizaje.

La autora Obando (2013) reconoce que el aprendizaje de la estequiometría representa una de las mayores dificultades en la enseñanza de la química debido a dos causas principales. La primera refiere a la falta de motivación por parte de los estudiantes al abordar este núcleo problema, dicha dificultad se deriva principalmente de las falencias en el uso de cálculos y razonamientos matemáticos y la segunda se atribuye a que los procesos y planteamientos resultan mecánicos para los estudiantes, razón por la cual no hay un aprendizaje óptimo.

Por otra parte, los autores Jiménez Vázquez & Preciado Pérez (2017) citan a Biggs (2006) quien enuncia otra dificultad de aprendizaje de la estequiometría producto del paso acelerado de temáticas (reacciones, balanceos, concepto de mol, reactivo limitante y en exceso, etc.) lo que produce aprendizajes superficiales de tópicos que no relacionan ni articulan para generar un apropiamiento y aprendizaje óptimo de cada temática englobada en la estequiometría. Además, los autores establecen que otra causal contribuyente a las dificultades de aprendizaje es el abandono de los laboratorios por parte del docente, puesto que los estudiantes anhelan realizar ensayos experimentales, pero el docente en su afán de avanzar en el desarrollo curricular deja de lado el trabajo de laboratorio generando bloqueos en el proceso de aprendizaje.

1.2 Pregunta Problema

Dadas las afirmaciones anteriores, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida se potenciará el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de Métodos de Análisis Químico I de la Licenciatura en Química empleando el trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de técnicas de análisis volumétricas en un sistema de recirculación de agua de pecera?

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dentro del plan curricular de la formación docente en la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, existen diferentes espacios académicos cuyos núcleos problema están destinados a la enseñanza de la estequiometría, la intención de estos espacios resulta ser la formación integral de un profesional en la enseñanza, que este en capacidad de abordar situaciones problema de la estequiometría en su quehacer docente y que también disponga de diferentes destrezas científicas en el uso adecuado de materiales y recursos de laboratorio, sin embargo, se evidenció que a pesar de que la población se encuentra cursando el espacio académico de Métodos de Análisis Químico I (Sexto semestre) aún no domina en su totalidad las capacidades y destrezas planteadas anteriormente.

Considerando que el espacio académico en el que se encuentra la población precede curricularmente la Práctica Pedagógica y Didáctica I, dentro de la cual deberá desarrollar en sus futuros estudiantes, como competencia básica en ciencias naturales en procesos químicos para los cursos décimos y undécimo, realizar cálculos cuantitativos en cambios químicos, según lo establecido por el Ministerio de Educación Nacional (2006), que, apoyados en la definición de estequiometría de Garritz, Gasque & Martínez (2005) dichos cálculos cuantitativos resultan ser relaciones estequiométricas.

Se buscó vincular las técnicas de análisis químico con la estequiometría, ya que esta resulta ser un tópico sumamente importante en el desarrollo de nuevas temáticas de la química, por ejemplo, con el estudio de la estequiometría surgen nuevos campos de investigación como el análisis químico (Obando, 2013).

Con el fin de vincular las técnicas volumétricas con la estequiometría se diseñó un sistema de recirculación en agua de pecera cuyas variables analíticas representan una situación problema que será abordada por los estudiantes como un factor incidente sobre la motivación de aprendizaje, contribuyendo así a potenciar el aprendizaje de los cálculos estequiométricos.

3. OBJETIVOS

3.1 General

- Potenciar el aprendizaje de los cálculos estequiométricos a partir de una estrategia de enseñanza de técnicas analíticas volumétricas en un sistema de recirculación de agua de pecera empleando el trabajo práctico de laboratorio en estudiantes de Métodos de Análisis Químico I, grupo 02, de la Universidad Pedagógica Nacional

3.2 Específicos

- Establecer la articulación que hacen los estudiantes entre las relaciones estequiométricas con las técnicas de análisis químico (Oxido-Reducción, Ácido-Base y Quelatometría).
- Evaluar en qué medida se potencia el aprendizaje de los cálculos estequiométricos a partir de la estrategia que se desarrolló durante el presente trabajo de grado.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1 Antecedentes:

4.1.1 Una propuesta de trabajos prácticos de laboratorio que favorece el aprendizaje de conceptos

La revista *Ciência & Educação* (Bauru) Vol. 17 núm. 4 en el año 2011, publicó un artículo de los autores Montino, Petrucci, Ure, Aleman y Pérez quienes hacen un análisis respecto a la implementación del Trabajo Práctico de Laboratorio (TPL) para el nivel universitario, que según los autores permite en los estudiantes la toma de decisiones que contribuye a completar la tarea asignada sin convertirse en un proceso mecánico, partiendo del apropiamiento de los objetivos del TPL. Concluyendo que el enfoque del TPL genera en los estudiantes una actitud lúdica, seguridad, compromiso y participación proactiva frente al problema planteado, mientras que los enfoques tradicionales generan frustración, desgano y una actitud reaccionaria frente a la propuesta de situaciones problema.

4.1.2 Una propuesta de Trabajos Prácticos de Laboratorio en Física para el ingreso en carreras de Formación Docente

Dentro del Volumen 27 de la Revista de la Enseñanza de la Física de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina en el año 2015, las autoras Zorrilla & Mazzitelli publicaron un artículo en el cual recogieron diferentes actividades realizadas en el curso de ingreso para carreras de formación docente para ciencias naturales, dicho curso se implementó bajo la modalidad de los trabajos prácticos de laboratorio que se realizan en orden creciente de complejidad. Las autoras concluyen el trabajo resaltando que se observa un interés de los estudiantes hacia el trabajo experimental, y que el mismo interés se refleja en la participación de los estudiantes en el desarrollo de la clase.

Consideran que la implementación del TPL contribuye con la autonomía estudiantil, sin embargo, la misma no se consigue de forma inmediata, sino que es un proceso el cual se va desarrollando a lo largo de la implementación experimental, y que esto a su vez contribuye a favorecer los procesos de aprendizaje de las ciencias.

4.1.3 Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la química

En la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en el año 2015, la autora Paula Andrea Durango Usuga presentó su trabajo de tesis magistral en el cual realiza una monografía con la intención de demostrar cómo las prácticas de laboratorio pueden ser una estrategia que permita la enseñanza-aprendizaje de la química, partiendo de potenciar las competencias de los estudiantes. Resalta

además la importancia del trabajo en el laboratorio, no sólo como una estrategia de adquisición de conocimientos y conceptos sino además como una herramienta que posibilita y desarrolla el pensamiento crítico en los estudiantes. La autora concluye que los estudiantes adquieren conocimientos y destrezas independientemente de la actividad práctica, puesto que articulan la práctica experimental con la teoría.

4.1.4 Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media

En la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en el año 2013, la autora Sandra Milena Obando Melo presentó su tesis magistral en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales hace uso de una secuencia de estrategias denominadas unidades de enseñanza potencialmente significativas, con el fin de facilitar para los estudiantes, de grados undécimo, el aprendizaje de la estequiometría, tomando en consideración los conceptos previos que permiten diseñar tales estrategias y de la misma manera, motivar a los estudiantes a aprender química. La autora identifica problemas de aprendizaje relacionados con la falta de comprensión lectora al momento de dar solución a problemas que inmiscuyen cálculos estequiométricos. Por otra parte, concluye que el aprendizaje de la química requiere un desarrollo de destrezas para hacer uso de instrumentos y materiales de laboratorio, con el fin de propiciar y facilitar los procesos de aprendizaje.

4.1.5 La resolución de problemas a través de trabajos prácticos de laboratorio como estrategia para el aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de décimo grado de Educación Media

En la Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica Núm. 56 de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, en el año 2017, donde la autora Paola Alexandra Moya Peralta, presentó su Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica, en el cual pretende generar en los estudiantes interés hacia el aprendizaje de la química, por medio de las diferentes prácticas de laboratorio con el fin de desarrollar habilidades científicas. La autora concluye con la evolución que tuvieron los estudiantes en las competencias científicas, investigativas y de resolución y análisis de problemas, producto de las actitudes favorables que tienen los estudiantes hacia las prácticas de laboratorio.

4.2 Trabajo Práctico de Laboratorio:

El trabajo Práctico de Laboratorio refiere a actividades realizadas por los estudiantes en el área de la ciencia para adquirir un conocimiento, a partir de pruebas experimentales que entrelazan y vinculan los cuerpos teóricos con la resolución de problemas (Fernández, 2013).

Los trabajos prácticos son actividades que buscan resolver problemas científicos o tecnológicos, es necesario que en el mismo se realicen procedimientos científicos como formular hipótesis, realizar experimentos y se debe realizar en un ambiente diferente al aula de clases (Vargas Neira, 2014).

Caamaño (2004) citado en Fernández (2013) propone cuatro tipos de trabajos prácticos de laboratorio, los cuales son: Experiencias, Experimentos ilustrativos, Ejercicios prácticos y por último investigaciones, siendo los ejercicios prácticos los abordados en la elaboración del presente trabajo.

- **Ejercicios Prácticos:** Son actividades que se diseñan para adquirir destrezas científicas en el laboratorio o la realización de experimentos cuantitativos que corroboran e ilustran cuerpos teóricos. Buscan principalmente el aprendizaje de procedimientos experimentales.

4.2.1 Prácticas de Laboratorio:

Severiche & Acevedo (2013) definen la práctica de laboratorio como un espacio de aprendizaje que le permite al estudiante establecer criterios de ciencias, comprobar y entender cuerpos teóricos y en cuyo proceso, además, el estudiante desarrolla y adquiere destrezas prácticas. Locke propone la necesidad de que los estudiantes realicen prácticas de laboratorio, como una herramienta que facilita el aprendizaje en ciencias.

Por su parte Malagón, Ayala & Sandoval (2011) consideran que la práctica experimental no solo debe atribuirse a una “comprobación o validación de cuerpos teóricos” ya que el experimento en sí conlleva a una construcción de conocimientos científicos que permiten o facilitan los procesos de enseñanza de las ciencias.

Hofstein y Lunetta (2004) citados en Cardona (2013) proponen que los estudiantes, ven el propósito de las prácticas de laboratorio únicamente como actividades estilo receta de cocina y no la relacionan con procesos de aprendizaje.

4.2.1.1 Estructuras de las Prácticas de Laboratorio

Desde la experiencia personal adquirida en la práctica pedagógica y didáctica, y consultando diferentes documentos como libros y artículos (Química Recreativa, Química Analítica Cuantitativa, Fundamentos de Química Analítica, entre otros), además lo planteado por Cardona (2013), se encuentra una estructura común para las prácticas experimentales que proponen, la cual consta de: Título, Objetivo, Fundamento Teórico, Materiales, Procedimiento y en algunos casos Preguntas Orientadoras o complementarias.

- **Título:** Es el nombre que recibe la práctica experimental, en ocasiones el título es un derivado de la técnica empleada
- **Objetivo:** Es lo que se pretende conseguir al realizar una práctica experimental, debe ser planteado por el docente, ya que el mismo es quien dirige y guía la actividad, por lo cual es quien sabe qué conocimientos o habilidades espera fortalecer en los estudiantes con el desarrollo de la práctica
- **Fundamento Teórico:** Es un cuerpo teórico de conceptos, sin embargo, según lo esbozado por Malagón, Ayala & Sandoval (2011) la práctica no debe centrarse en demostrar cuerpos teóricos
- **Materiales:** Ilustra a quien realiza la práctica cuáles son los materiales, tanto de laboratorio como reactivos, que se emplearán, con el fin de que identifique las posibles complicaciones a la hora de realizar práctica, conozca los riesgos y como prevenirlos.
- **Procedimiento:** Es el qué hacer en la práctica, los pasos a seguir en el orden recomendado, con el fin de obtener los mejores resultados

4.3 Formato Heurístico

El método heurístico busca principalmente un aprendizaje significativo de los estudiantes por medio de la resolución de problemas, comprendiéndose estos como situaciones novedosas y de interés en resolver. Para resolver un problema se sugiere el uso de estrategias heurísticas que se comportan como herramientas organizativas del proceso de resolución (Pérez Campillo & Chamizo Guerrero, 2013).

Dentro de las estrategias heurísticas se emplea principalmente la uve de Gowin, que busca relacionar la metodología con los conceptos en la resolución de un problema, sin embargo, Chamizo (2010) propone una variación a la misma dentro de la cual se articulan los conceptos desde su aparición histórica y evolución de la misma.

El formato heurístico de Chamizo busca la resolución de problemas con el fin de reducir la brecha entre lo que el estudiante aspira comprender y lo que comprende, generar además una autonomía de aprendizaje en los estudiantes, ya que se demuestra que los procesos de aprendizaje mejoran cuando el estudiante es consiente y activo en su propio proceso. Tal autonomía tiene el objetivo de llevar a los estudiantes a un nivel de desarrollo investigativo en el cual sean capaces de plantear problemas y establecer la ruta metodológica de resolución del mismo, o un

nivel de investigación 3 (Véase Tabla No. 2), sin embargo, en la escuela y universidad generalmente se llega a un nivel 0 ya que es el docente y las herramientas de las que dispone, las que plantean un problema, metodología y hasta la respuesta (Chamizo, 2010).

Nivel de investigación	Problema	¿Quién proporciona el método de resolución?	Respuesta
0	Profesor / a libro de texto	Profesor / a libro de texto	Profesor / a libro de texto
1	Profesor / a libro de texto	Profesor / a libro de texto	Alumna/ o
2	Profesor / a libro de texto	Alumno/ a	Alumna/ o
3	Alumno/ a	Alumno/ a	Alumna/ o

Tabla 1: Niveles de Investigación Chamizo (2010)

4.4 Técnicas Analíticas:

En los primeros experimentos los científicos hacían uso de sus sentidos organolépticos para llegar a hipótesis o conclusiones que permitieran el desarrollo de una teoría o ley que diera explicación a un fenómeno, sin embargo, muchos de estos primeros análisis traían consecuencias nefastas para el científico, ya que en ocasiones se inhalaban vapores tóxicos, metales pesados u otros componentes dañinos que generaban la muerte a temprana edad de quien realizaba dicha investigación. Surgió de esta manera la necesidad de identificar las sustancias químicas, Glauber (1604-1670) fue el primer científico en percatarse de los colores de las sustancias como un factor de clasificación e identificación. (Newmark, 1997).

Las técnicas de análisis químico son pruebas que se realizan sobre una muestra de interés con el fin de cuantificar la cantidad de un analito específico presente en ellas, generalmente están validadas por organismos de control que se apegan a una legislación para estandarizar un método de análisis específico (Moros García, 2008).

Las mismas pueden ser de dos tipos: Técnicas Volumétricas o Técnicas Instrumentales, sin embargo, las que aplican para el presente trabajo son las técnicas volumétricas para análisis de aguas, para el caso particular en acuarios, validadas y aprobadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM de Colombia.

4.4.1 Técnicas de Análisis Volumétricas

Las técnicas volumétricas son técnicas de análisis en las cuales se busca determinar o cuantificar la cantidad de un analito de interés (pueden ser de tipo: iones metálicos, bases, oxidantes, reductores, proteínas, etc.), por medio de un patrón de concentración conocida y cuya estequiometría con el analito sea conocida y sencilla. Se parte de la cantidad de patrón empleado y de su concentración debido a que la misma será la cantidad necesaria de patrón que reacciona en su totalidad con el analito (Skoog, West, Holler, & Crouch, 2005).

En el desarrollo de una volumetría se añade valorante a una solución que contiene el analito de interés y el indicador del punto final de la valoración, el indicador es una sustancia que no interfiere en la reacción del analito y la sustancia valorante.

Los indicadores proveen de un método alternativo y más confiable que el organoléptico debido a que sufren cambios bruscos de coloración dependiendo del medio en el que se encuentren, es decir, se encontrará de un color mientras exista un exceso de analito en su forma de interés, y a medida que la concentración del mismo descienda habrá un viraje a otro color mientras aumente la concentración de valorante y viceversa, ya que el indicador puede cambiar tanto por adición de analito como por adición de valorante. (Zumbado, 2002).

Las valoraciones volumétricas o volumetrías se pueden realizar de manera directa o indirecta, dependiendo de la reacción y patrones empleados

4.4.1.1 Volumetrías Directas

Son un tipo de volumetrías en las cuales se agrega tanto patrón primario como el analito lo requiera, es decir, el punto final de la valoración será aquel en el cual la cantidad de analito ha reaccionado en su totalidad con el patrón o sustancia valorante.

4.4.1.2 Volumetrías Indirectas

En este tipo de análisis se añade un volumen fijo de patrón cuya concentración es conocida, este volumen contiene un exceso del patrón, el cual, una vez ha reaccionado todo el analito se valora con una segunda sustancia valorante. (Skoog, West, Holler, & Crouch, 2005).

4.4.2 Tipos de Volumetrías:

Dependiendo de la naturaleza de la reacción química entre analito y patrón o valorante se pueden clasificar las volumetrías:

4.4.2.1 Volumetrías Ácido-Base

Es un método analítico que permite determinar la concentración de una solución ácida o básica, partiendo de una reacción de neutralización (Harris, 2017), es decir, si se desea determinar la concentración de una solución ácida se empleará como valorante una solución básica y viceversa

4.4.2.2 Volumetrías de Óxido-Reducción

Consiste en la determinación de un analito partiendo de una reacción de óxido-reducción entre el mismo y el valorante (Harris, 2017), según la naturaleza oxidante o reductora del reactivo, se emplea un valorante cuya estequiometría sea conocida.

4.4.2.3 Volumetrías de Formación de Complejos (Quelatometrías):

Para este tipo de volumetrías se hace uso de un ligante polidentado o agente acomplejante el cual reacciona con un ion metálico para dar origen a un complejo cíclico. Según el pH de la solución problema, se pueden acomplejar diferentes metales, y uno de los ligantes más importantes resultar ser el EDTA (Ácido etilendiaminotetracético) el cual es uno de los pocos ácidos que forma un complejo estable con metales alcalinotérreos (Clavijo Diaz, 2002).

4.5 Estequiometría:

Es un tópico de la química que se encarga del estudio de las variaciones cuantitativas de las reacciones químicas, desde las leyes ponderales, gravimétricas y volumétricas. Dicho estudio proviene o se basa en las relaciones de los pesos atómicos de los elementos que forman los compuestos. El concepto de estequiometría fue ideado por alemán Jeremías Richter, quien buscaba la matematización de la química (Pizaña Abrego).

Raviolo, Lerzo & Piovano (2014) definen la estequiometria como un eje central de la química ya que esta comprende y estudia los aspectos cuantitativos de una reacción química y que los mismo provienen de una base cualitativa de teorías.

Toro & Serrano (2003) resumen el concepto de estequiometria en la figura No. 1, donde destacan los términos involucrados en la realización de cálculos estequiométricos.

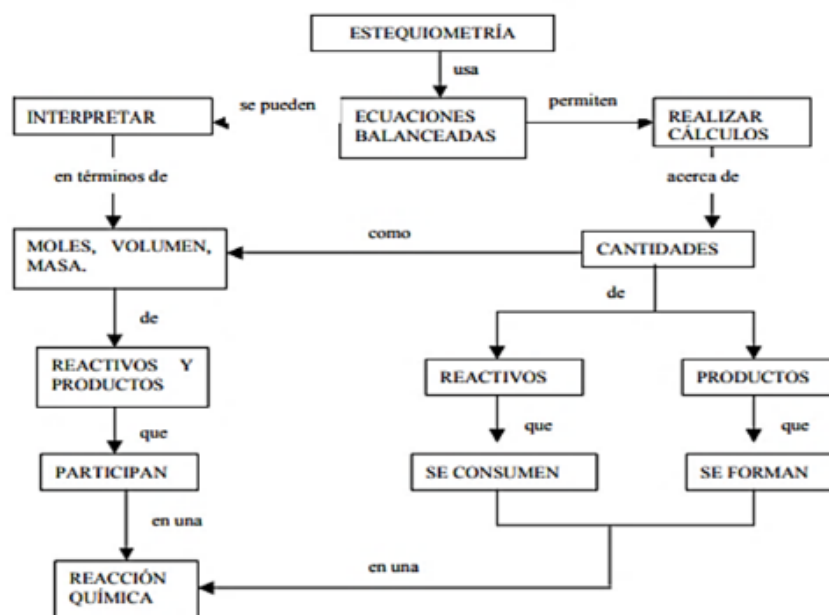


Figura 1 Mapa conceptual: Concepto Estequiometría

4.6 Sistemas de Recirculación:

Mondragón Romero, y otros, (2014) citan a Encizo et al (2005) quien define un sistema de recirculación como un sistema cerrado, que recicla el agua con un tratamiento biológico con el fin conservar el recurso y que se pueda usar en piscicultura reduciendo gastos de producción y reduciendo descargas contaminantes en cuerpos de agua.

Merino & Sal (2007) sustentan que los sistemas de recirculación son una estrategia sustentable que permite aumentar la producción proveniente de la acuicultura y que reduce costos de tratamientos para reutilizar el agua, ya que basta con la implementación de un tratamiento biológico y permite el crecimiento de producción a medida que crece la demanda de producto.

En el proceso de excreción de los peces se desechan compuestos químicos contaminantes, entre ellos el amonio, el cual resulta como producto del metabolismo de las proteínas del alimento del pez, el amonio puede resultar como un compuesto altamente tóxico dependiendo del pH y de la temperatura y como el sistema de recirculación no permite su salida, es necesario convertir este amonio en una especie química no tan tóxica para las especies acuáticas, por lo cual el sistema de recirculación debe contar con un fase de nitrificación en la cual se oxida el amonio hasta nitrato (especie química no tan tóxica para la vida acuática) (Mondragón Romero, y otros, 2014).

pH	Temperatura °C									
	16,1	17,7	20,0	22,2	23,8	26,1	27,7	30,0	32,2	
7,0	0,30	0,31	0,40	0,46	0,52	0,60	0,70	0,81	0,95	
7,2	0,47	0,54	0,63	0,72	0,82	0,95	1,10	1,27	1,50	
7,4	0,74	0,86	0,99	1,14	1,3	1,50	1,73	2,00	2,36	
7,6	1,17	1,35	1,56	1,79	2,05	2,35	2,72	3,13	3,69	
7,8	1,84	2,12	2,45	2,8	3,21	3,68	4,24	4,88	5,72	
8,0	2,88	3,32	3,83	4,37	4,99	5,71	6,55	7,52	8,77	
8,2	4,49	5,16	5,94	6,76	7,68	8,75	10,00	11,41	13,22	
8,4	6,93	7,94	9,09	10,30	11,65	13,20	14,98	16,96	19,46	
8,6	10,56	12,03	13,68	15,40	17,28	19,42	21,83	24,45	27,68	
8,8	15,76	17,82	20,08	22,38	24,88	27,64	30,68	33,90	37,76	
9,0	22,87	25,57	28,47	31,37	34,42	37,71	41,23	44,84	49,02	

Tabla 2: Relación % de Nitrógeno Tóxico con el pH y la Temperatura

4.7 Pez Guppy

Este pez es originario de la parte norte de América del Sur; siendo más abundante en países como; Venezuela, Barbado, Trinidad, las Guayanas y el norte de Brasil. Por otro lado, el acuario de un guppy debe tener unas condiciones químicas fijas para evitar las alteraciones en las características del pez, tener agua con aspecto cristalino; por esto es indispensable contar con un filtro ya sea externo, interno o biológico; teniendo en cuenta que siempre debe estar actuando dicho filtro. El pH del agua de acuario debe estar entre 6,4 a 6,8 ayudando con el crecimiento rápido de los peces, sin embargo, cuando el agua está en un pH alcalino se corre el riesgo de que los peces adquieran enfermedades.

Las condiciones de dureza que soporta el pez oscilan entre 100 y 267 ppm CaCO_3 , para el caso del oxígeno disuelto el valor ideal es de 10 ppm de O_2 . Por otra parte, el pez prefiere alcalinidades mayores a 20 ppm CaCO_3 , ya que permite la proliferación de bacterias nitrificantes (Mondragón *et al*, 2014).

El pez guppy está ubicado como peces ornato. Por otro lado, es apetecido por sus características morfológicas, reproducción, fácil manejo, no requieren de gran terreno para cultivarlos y su costo es bajo. La distinción sexual se puede identificar por colores, por ejemplo; los machos desarrollan caracteres secundarios que son más llamativos en comparación con los de las hembras, elevando la demanda de los machos para la venta (Zamora, Herrera, Hernández, & Peña, 2008). Los peces “machos” cuentan con una aleta de más, llamada gonopodio, el cual sirve para fertilizar, internamente a la hembra en la bolsa llamada espermética. La reproducción se debe hacer en acuarios que cuenten con plantas como buchón de agua o lenteja de agua entre otras, las cuales les brindan comida y protección a las crías. (Solarte, 2013).

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de Estudio:

La articulación de los cálculos estequiométricos con las técnicas de análisis volumétricas, incita a la investigación pedagógica y el diseño de nuevas estrategias de enseñanza que permitan mejorar y potenciar el aprendizaje de relaciones estequiométricas, con el fin de que los futuros docentes se encuentren en capacidad de cumplir a cabalidad con los parámetros establecidos por el Ministerio de Educación Nacional tales como los estándares básicos de competencias en ciencias naturales.

Considerando la población con la cual se implementó la propuesta de enseñanza, se desarrolló una investigación con un enfoque cualitativo. El proceso cualitativo propone la realidad de las múltiples perspectivas, lógicas y visiones de los actores sociales que construyen e interpretan la realidad. Por tanto, la recolección y generación de información incluye los diversos y heterogéneos sujetos sociales. Todas las perspectivas son valiosas, todos los actores cuentan. No se busca la verdad o la “moralidad”, si no la comprensión detallada de las múltiples y diversas lógicas y perspectivas de los actores sociales. Todas las personas son portadoras de conocimiento particular que es necesario rescatar para poder comprender la realidad que se estudia desde las múltiples perspectivas (Galeano, 2004 p.16), es decir, cada persona tiene un conocimiento previo, una perspectiva y una manera de resolver problema diferente a las demás.

Para llevar a cabo la investigación se empleó el método de estudio de caso, Vasilachis (2006) citado en Chaparro, García & Ochoa (2017) define el estudio de caso como un determinado fenómeno que abarca cualquier problematización que se realice en la sociedad. El estudio de caso consiste en los cálculos estequiométricos contruidos a partir de diferentes técnicas de análisis volumétrico que se pueden desarrollar en torno a las variables fisicoquímicas presentes en el agua de un sistema de recirculación.

5.2 Descripción de la Población:

La investigación se realizó con 31 estudiantes: 23 mujeres y 8 hombres, que cursan métodos de análisis químico I en el grupo 02, de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional ubicada en la Av. Calle 72 No. 11 – 86 durante el primer semestre del año 2018. De los 31 estudiantes 18 cursan el espacio académico por primera vez, 9 por segunda y 4 por tercera, es decir, cerca del 42% de la población re-cursa el espacio académico. Considerando la privacidad de cada participante, la población será descrita empleando símbolos, ejemplo E01: donde E (estudiante) 01 (número del estudiante organizado por grupo de laboratorio). Los

estudiantes se dividieron en 9 grupos de laboratorio, conformados por entre tres y cuatro estudiantes, se denominarán G01, donde G representa grupo y 01 el número del mismo.

5.3 Fases de Investigación:

Para el desarrollo de la investigación se toman en cuenta 4 fases, las cuales son:

5.3.1 Fase I: Planteamiento del problema y construcción de Instrumentos:

Se inició con la búsqueda de información referente a la enseñanza de la estequiometría, encontrando una gran cantidad de documentos de diferentes nacionalidades, entre los cuales se destacan tesis magistrales, doctorales, trabajos de grado, artículos de revistas especializadas, etc. Sin embargo, ninguna articula el trabajo práctico ni las técnicas de análisis químico con la estequiometría.

Se construyeron dos instrumentos enfocados en una matriz (rúbrica), elaborada y adaptada a los referentes de ciencias de la plataforma web RubiStar, específicamente para Experimentos y Reportes de Laboratorios, diseñando así una rúbrica con dos categorías de análisis y que se desarrolla en cuatro escalas de evaluación (porcentaje). Los instrumentos se adaptaron a los comentarios y sugerencias de dos profesores de planta de la Licenciatura en Química, de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes fueron considerados por su enfoque disciplinar y didáctico.

5.3.2 Fase II: Diseño de la Propuesta:

Esta fase se dividió en dos partes diferentes, la primera fue la construcción de un sistema de recirculación para agua de pecera y la segunda fue el diseño de las prácticas experimentales que se llevaron a cabo.

5.3.2.1 Construcción Sistema de Recirculación:

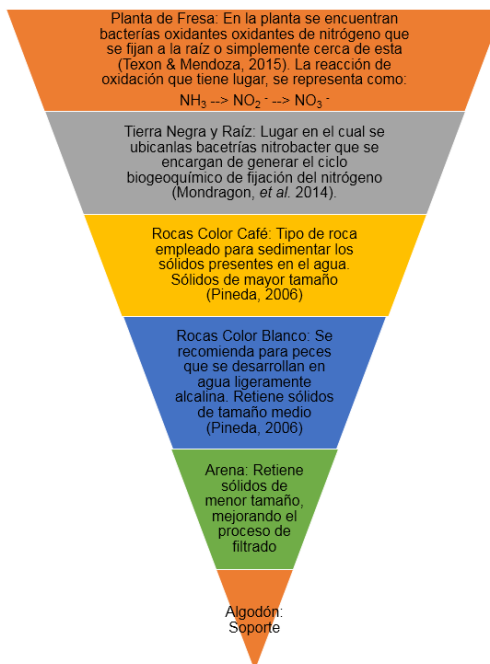


Imagen 2: Partes del Filtro.

5.3.2.2 Pecera Con Sistema de Recirculación:

En esta pecera se instaló el filtro, en ella había siete peces, estos se masaron para determinar la cantidad en gramos de comida que se suministraron por día. Se calculó que por día se debía masar 0,20g de alimento, ya que este valor representa el 0,02% de la biomasa.

Con respecto al filtro y al sistema de recirculación; este recirculaba aproximadamente medio litro de agua al día, se hacía de manera manual en la mañana y en la tarde, en los fines de semana no se realizaba este proceso.

El nivel del agua disminuía gradualmente, debido al sistema de recirculación, ya que la planta también requiere de agua para su crecimiento, sumando la evaporación de la misma.

5.3.2.3 Pecera Sin Sistema de Recirculación

En esta pecera solamente se contó con los peces, de la misma forma que en la pecera anterior solo había siete peces, teniendo en cuenta que el tamaño de los peces varía, la biomasa cambia, por tanto, los gramos de alimento suministrado fueron de 0,17g por día.

El nivel del agua descendía de manera moderada ya que se presenta un proceso de evaporación y esto dependía de la temperatura del día.

5.3.3 Fase III: Implementación de la Propuesta de Enseñanza:

La implementación de la propuesta se dividió en varias partes, la primera fue la implementación del primer instrumento de recolección de información, el cual presenta diferentes problemas de análisis químico y un contexto histórico de los sistemas de recirculación.

La segunda fue la intervención por parte de los investigadores, dentro de la cual se realizaron diferentes exposiciones del proyecto, técnicas analíticas y resultados experimentales, se realizaron las prácticas de laboratorio.

La tercera fue la implementación del segundo instrumento, el cual ya no presentaba contexto histórico y su diseño emula un estudio de caso.

Y por último se realizó la socialización de los resultados experimentales obtenidos durante el tiempo de funcionamiento del sistema de recirculación.

5.3.4 Fase IV: Análisis de Resultados:

En esta fase se realizó un análisis de la información recolectada con los instrumentos empleados referente al avance que presentan en las diferentes categorías establecidas en la rúbrica, además, se realizó un análisis de las condiciones fisicoquímicas del agua que dispone de un sistema de recirculación, con el fin de estudiar el impacto que genera.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados se encuentran en las siguientes categorías: Resultados de Variables Cuantificables y Resultados de la Propuesta de Enseñanza. La propuesta de enseñanza se desarrolló en 9 sesiones, como se expresa en la tabla No. 3:

	13/03/2018	Objetivo	15/03/2018	Objetivo
Semana 1	Implementación primer instrumento. Presentación Proyecto de Investigación	Recolectar información de la articulación entre relaciones estequiométricas y técnicas analíticas. Informar sobre el desarrollo de la estrategia de enseñanza.	No se realizaron actividades	
	20/03/2018		22/03/2018	
Semana 2	Presentación: Métodos de Análisis Químico, Volumetrías, Material Volumétrico	Retroalimentar a los estudiantes respecto a trabajo experimental en el laboratorio y reconocimiento de material. Dar inicio a la temática de técnicas volumétricas	Práctica de Laboratorio No. 1: Reconocimiento y Calibración de Material Volumétrico. Estandarización de Ácido Sulfúrico	Adquirir destrezas en el uso y reconocimiento de material volumétrico, además estudiar la incidencia de la calibración sobre el análisis químico. Errores Crasos
	03/04/2018		05/04/2018	
Semana 3	Presentación: Determinación de Alcalinidad y Nitrógeno Total en Aguas	Exponer las Técnicas Analíticas iniciales y su relación con las volumetrías de ácido base.	Práctica de Laboratorio No. 2: Determinación Volumétrica de Alcalinidad y Determinación Volumétrica (Método Kjeldahl) de Nitrógeno Total.	Cuantificar variables de alcalinidad y nitrógeno total en las peceras, evidenciando el impacto del sistema de recirculación.
	S e	17/04/2018		19/04/2018

	Socialización de Resultados Práctica de Laboratorio No. 2	Retroalimentar a los estudiantes en cuanto a los resultados obtenidos en la práctica experimental.	No se realizaron actividades.	
Semana 5	24/04/2018		26/04/2018	
	Presentación: Determinación de Dureza Total y Oxígeno Disuelto en Aguas	Exponer las Técnicas Analíticas de quelatometría y oxido reducción.	Práctica de Laboratorio No. 3: Determinación Volumétrica de Dureza Total y Determinación Volumétrica (Método Winkler) de Oxígeno Disuelto Implementación Instrumento Final.	Cuantificar variables de dureza y oxígeno disuelto en las peceras, evidenciando el impacto del sistema de recirculación
Semana 6	08/05/2018		24/05/2018	
	No se realizaron actividades		Socialización de Resultado Práctica No. 3 y Socialización de la Propuesta	Exponer el impacto del sistema de recirculación en las peceras con todos los resultados obtenidos. Retroalimentar a los estudiantes respecto a sus resultados.

Tabla 3: Desarrolló de la Propuesta de Enseñanza. Pinilla & Restrepo

Los dos instrumentos de recolección de información junto con los informes de laboratorio se analizaron considerando la siguiente rúbrica:


Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química Licenciatura en Química				
Rúbrica de Análisis de Progreso				
Métodos de Análisis Químico I		Docente: Dora Luz Gómez A		
		Investigadores: Giomar Pinilla-Enrique Restrepo		
Categoría	A-100%	B-75%	C-50%	D-25%
Cálculos	Presenta todos los cálculos de forma correcta, incluyendo unidades y factores molares y de conversión	Presenta los cálculos incluyendo algunas unidades y factores molares de conversión de forma correcta	Presenta algunos cálculos de forma correcta, sin incluir unidades y factores molares y de conversión o empleándolos de forma incorrecta	Presenta cálculos de forma incorrecta o no presenta cálculos.
Análisis	Presenta una discusión lógica y coherente fundamentada en los resultados obtenidos, es capaz de predecir resultados a partir de cambios en la práctica	Presenta una discusión lógica y coherente fundamentada en los resultados obtenidos.	Presenta una discusión sin argumentos o sin relación lógica con los resultados obtenidos	No presenta discusión lógica ni coherente con los resultados

Tabla 4: Rúbrica de Análisis

6.1 Resultados Variables Cuantificables en Sistema de Recirculación:

6.1.1 Alcalinidad en Aguas de Pecera:

6.1.1.1 Estandarización Hidróxido de Sodio (NaOH) con Biftalato de Potasio (BK):

Masa BK (g)	0,2118
V. Aforo (mL)	100
Masa Molar (g/mol)	204,22

Tabla 5: Datos Estandarización Hidróxido de sodio

$$[BK] = \frac{0,2118\text{gBK} * \frac{1 \text{ mol}}{204,22\text{g BK}}}{0,100\text{L}} = 0,0104\text{M BK}$$

Se realizó una estandarización por triplicado empleando fenolftaleína como indicador del punto final de la valoración:

V. NaOH (mL)	V. BK (mL)	V. BK (mL) Corregido con Blanco
10	22,5	22,4
10	22,4	22,3
10	22,4	22,3
V. Blanco (mL)		Promedio (mL)
10	0,1	22,33
		Desviación Estándar
		0,0577

Tabla 6: Estandarización de Hidróxido de sodio con biftalato de potasio

Prueba T Student para descarte de datos:

$$\text{L.C: } \bar{x} \pm \frac{t^*S}{\sqrt{n}}$$

Donde L.C. son los límites de confianza, \bar{x} es promedio, t es el valor crítico para tres datos con un 90% de confiabilidad (1,638), y n el número de datos

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 22,33 + \frac{1,638 * 0,0577}{\sqrt{3}} = 22,384 \text{ mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 22,33 - \frac{1,638 * 0,0577}{\sqrt{3}} = 22,275 \text{ mL}$$

L.C: 22,275 – 22,384

Estableciendo el rango anterior, se pudo determinar con un 90% de confiabilidad que se descartó el dato 22,4mL, por lo cual:

$$[\text{NaOH}] = \frac{\frac{0,0104 \text{ mmol BK}}{1 \text{ mL}} * 22,3 \text{ mL BK} * \frac{1 \text{ mmol NaOH}}{1 \text{ mmol BK}}}{10 \text{ mL NaOH}} = 0,0231 \text{ M NaOH}$$

6.1.1.2 Estandarización Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) con Hidróxido de Sodio (NaOH):

Se realizó estandarización por triplicado con concentración conocida del patrón de NaOH, empleando fenolftaleína como indicador del punto final de la valoración:

V. NaOH (mL)	V. H_2SO_4 (mL)	V. H_2SO_4 (mL) Corregido con blanco
10	8,25	8,0
10	8,05	7,9
10	8,00	7,95
Blanco (mL)		Promedio (mL)
10	0,15	7,95
		Desviación Estándar
		0,05

Tabla 7: Estandarización ácido Sulfúrico con Hidróxido de sodio

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 7,95 + \frac{1,638 * 0,1322}{\sqrt{3}} = 8,00 \text{ mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 7,95 - \frac{1,638 * 0,1322}{\sqrt{3}} = 7,825 \text{ mL}$$

L.C:

Con rango anterior, se pudo establecer con un 90% de confiabilidad que no se descartan datos, por lo cual:

$$N \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{\frac{0,0231 \text{ meq-g NaOH}}{1 \text{ mL}} * 10 \text{ mL NaOH} * \frac{1 \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ meq-g NaOH}}}{7,875 \text{ mL}} = 0,0291 \text{ N H}_2\text{SO}_4$$

pH Acuario con Filtro. Día 0	pH Acuario con Filtro. Día 15	pH Acuario sin Filtro. Día 0	pH Acuario sin Filtro. Día 15
7,18	7,21	7,15	7,31
Especies presentes			
Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻	Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻	Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻	Bicarbonatos (HCO ₃) ⁻
Para todos los casos se empleó indicador mixto, ya que el pH no alcanza a producir un viraje en la fenolftaleína.			

Tabla 8: Especies presentes en las peceras Alcalinidad

6.1.1.3 *Alcalinidad Día 0. Acuario con Filtro:*

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0291 \frac{\text{meq-g H}_2\text{SO}_4}{\text{mL}} * 0,3\text{mL} * \frac{1 \text{ meq-g CaCO}_3}{1 \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4} * \frac{100,09\text{mgCaCO}_3}{2\text{meq-gCaCO}_3}}{0,020\text{L}}$$

$$= 21,844 \text{ ppm CaCO}_3$$

6.1.1.4 *Alcalinidad Día 0. Acuario sin Filtro:*

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0291 \frac{\text{meq-g H}_2\text{SO}_4}{\text{mL}} * 0,25\text{mL} * \frac{1 \text{ meq-g CaCO}_3}{1 \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4} * \frac{100,09\text{mgCaCO}_3}{2\text{meq-gCaCO}_3}}{0,020\text{L}}$$

$$= 18.203 \text{ ppm CaCO}_3$$

6.1.1.5 *Alcalinidad Día 15. Acuario Con Filtro:*

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0291 \frac{\text{meq-g H}_2\text{SO}_4}{\text{mL}} * 0,4\text{mL} * \frac{1 \text{ meq-g CaCO}_3}{1 \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4} * \frac{100,09\text{mgCaCO}_3}{2\text{meq-gCaCO}_3}}{0,020\text{L}}$$

$$= 29,126 \text{ ppm CaCO}_3$$

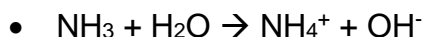
6.1.1.6 *Alcalinidad Día 15. Acuario Sin Filtro:*

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0291 \frac{\text{meq-g H}_2\text{SO}_4}{\text{mL}} * 0,5\text{mL} * \frac{1 \text{ meq-g CaCO}_3}{1 \text{ meq-g H}_2\text{SO}_4} * \frac{100,09\text{mgCaCO}_3}{2\text{meq-gCaCO}_3}}{0,020\text{L}}$$

$$= 36,407 \text{ ppm CaCO}_3$$

Durante el tiempo en el cual funcionó el sistema de recirculación se evidenció que la alcalinidad aumentó para el acuario con sistema de recirculación en aproximadamente 7,28ppm de CaCO₃, mientras que para el acuario que no dispone del sistema de recirculación lo hizo en 18,203 ppm CaCO₃, el aumento gradual en el acuario con filtro se debe al uso de piedras blancas quienes cumplen una función de mantener el pH alcalino o constante, motivo por el cual no se observan grandes variaciones en el valor de la alcalinidad total.

En el acuario sin filtro dicho aumento se debe principalmente al aumento de nitrógeno en el agua, producto de las heces fecales y el alimento no consumido por los peces, puesto que de las proteínas tiende a liberarse amoníaco que en contacto con el agua da lugar a la siguiente reacción:



Los resultados obtenidos en las pruebas experimentales de alcalinidad, dureza total, oxígeno disuelto y nitrógeno total son similares a los encontrados por Mondragón *et al.* (2014) Quienes plantean que las variables fisicoquímicas permanecieron en rangos aceptables para la especie animal.

El cambio en la alcalinidad se debe al comportamiento básico del amoníaco, ya que dispone de un par electrónico libre, el agua, por otro lado, tiene comportamiento anfótero dependiendo de la especie con la que se enfrente, para este caso presenta un comportamiento ácido, así pues, se puede afirmar que el filtro disminuye la concentración de nitrógeno impidiendo el exceso de amoníaco, con lo cual se reduce considerablemente la producción de iones hidroxilo y amonio originando de este modo un aumento gradual y controlado de las especies carbonatadas, además, se considera que la alcalinidad tiene una influencia sobre los procesos fotosintéticos que realiza la planta, así la misma obtiene también carbono en el proceso de recirculación (Goyenola, 2007).

6.1.2 Dureza Total en Aguas de Pecera:

6.1.2.1 Estandarización de EDTA con Carbonato de Calcio (CaCO₃):

Para realizar la estandarización se empleó el método de concentración conocida y se realizó por triplicado, obteniendo los siguientes resultados:

Masa CaCO ₃ (g)	0,1020
V. Aforo (mL)	100

Masa Molar CaCO ₃ (g/mol)	100,09
--------------------------------------	--------

Tabla 9: Datos Carbonato de calcio

$$M \text{ CaCO}_3 = \frac{0,1020 \text{g CaCO}_3 * \frac{1 \text{mol CaCO}_3}{100,09 \text{g CaCO}_3}}{0,100 \text{L}} = 0,0101 \text{M CaCO}_3$$

La estandarización se hizo a un pH 10 empleando NET como indicador del punto final de la valoración:

V. CaCO ₃ (mL)	V. EDTA (mL)	V. EDTA Corregido por Blanco (mL)
10	10,0	9,7
10	10,1	9,8
10	10,05	9,75
Blanco		Promedio
10	0,3	9,75
		Desviación Estándar
		0,05

Tabla 10: Estandarización EDTA

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 9,75 + \frac{1,638 * 0,05}{\sqrt{3}} = 9,8 \text{mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 9,75 - \frac{1,638 * 0,05}{\sqrt{3}} = 9,7 \text{mL}$$

L.C: 9,7 – 9,8

Teniendo en cuenta el rango establecido con anterioridad, se pudo decir con un 90% de confiabilidad que no fue necesario descartar ningún dato, por lo cual:

$$M \text{ EDTA} = \frac{0,0101 \frac{\text{mmol CaCO}_3}{1 \text{mL}} * 10 \text{mL CaCO}_3 * \frac{1 \text{ mmol EDTA}}{1 \text{ mmol CaCO}_3}}{9,75 \text{ mL}} = 0,0103 \text{M EDTA}$$

6.1.2.2 Dureza Total: Día 0. Acuario Con Filtro:

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0103 \frac{\text{mmol EDTA}}{\text{mL}} * 1,1 * \text{mL EDTA} * \frac{1 \text{mmol CaCO}_3}{1 \text{mmol EDTA}} * \frac{100,09 \text{mg CaCO}_3}{1 \text{mmol CaCO}_3}}{0,010 \text{L}} = 113,402 \text{ppm CaCO}_3$$

6.1.2.3 Dureza Total Día 0. Acuario Sin Filtro:

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0103 \frac{\text{mmol EDTA}}{\text{mL}} \cdot 1,15 \cdot \text{mLEDTA} \cdot \frac{1 \text{mmol CaCO}_3}{1 \text{mmol EDTA}} \cdot \frac{100,09 \text{mg CaCO}_3}{1 \text{mmol CaCO}_3}}{0,010 \text{L}} \\ = 118,556 \text{ ppm CaCO}_3$$

6.1.2.3 Dureza Total: Día 15 Acuario Con Filtro:

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0103 \frac{\text{mmol EDTA}}{\text{mL}} \cdot 1,2 \cdot \text{mLEDTA} \cdot \frac{1 \text{mmol CaCO}_3}{1 \text{mmol EDTA}} \cdot \frac{100,09 \text{mg CaCO}_3}{1 \text{mmol CaCO}_3}}{0,010 \text{L}} \\ = 123,711 \text{ ppm CaCO}_3$$

6.1.2.4 Dureza Total: Día 15. Acuario Sin Filtro:

$$\text{ppm CaCO}_3 = \frac{0,0103 \frac{\text{mmol EDTA}}{\text{mL}} \cdot 0,4 \cdot \text{mLEDTA} \cdot \frac{1 \text{mmol CaCO}_3}{1 \text{mmol EDTA}} \cdot \frac{100,09 \text{mg CaCO}_3}{1 \text{mmol CaCO}_3}}{0,010 \text{L}} \\ = 41,237 \text{ ppm CaCO}_3$$

Se observó que la dureza del agua presento cambios más grandes en el acuario que no tenía un filtro, ya que disminuyó en cerca de 77,319 ppm CaCO₃, este hecho se atribuye principalmente a la serie de reacciones que se pueden generar entre las proteínas ácidas de los desechos fecales y alimento no consumido con los iones de calcio ((Manriquez, s.f.), generando de esta forma la disminución de este parámetro que incide sobre la vida del pez.

Por otro lado, el uso de arena y rocas blancas en el sistema de recirculación permite mantener casi constante, con un aumento leve y en una concentración adecuada la dureza total para la vida óptima del pez guppy, considerando que la misma puede oscilar entre 142 y 267 ppm CaCO₃, se cree que en un lapso de tiempo más grande las mismas rocas contribuirán a que la dureza llegue al rango establecido y se mantenga allí prolongando la vida del pez.

6.1.3 Oxígeno Disuelto en Aguas de Pecera:

6.1.3.1 Estandarización Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)* $5\text{H}_2\text{O}$ con Yodato de potasio (KIO_3)

Masa (g) KIO_3	0,0857
V. (mL) Aforo	100
Masa Molar KIO_3 (g/mol)	214,001

Tabla 11: Datos Yodato de Potasio

Para realizar la estandarización se empleó una mezcla de yoduro y yodato de potasio en medio ácido para la producción de yodo, teniendo en cuenta las siguientes reacciones, donde el yoduro de potasio se agrega en exceso y el yodato de potasio es el reactivo límite:

- $\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{I}_2 + 2(\text{S}_2\text{O}_3)^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + (\text{S}_4\text{O}_6)^{2-}$

$$N \text{ KIO}_3 = \frac{0.0857 \text{ g KIO}_3 * \frac{6 \text{ eq-g KIO}_3}{214,001 \text{ g KIO}_3}}{0,100\text{L}} = 0,0240 \text{ N KIO}_3$$

Se realizó estandarización por concentración conocida de patrón, por medio de triplicado y empleando almidón al 5% como indicador del punto final de la valoración

V. KIO_3 (mL)	V. Tiosulfato (mL)	V. Tiosulfato Corregido por Blanco (mL)
10	11,2	10,9
10	11,0	10,7
10	11,1	10,8
Blanco		Promedio (mL)
10	0,3	10,8
		Desviación Estándar
		0,1

Tabla 12: Estandarización Tiosulfato de sodio

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 10,8 + \frac{1,638 * 0,1}{\sqrt{3}} = 10,9\text{mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 10,8 - \frac{1,638 * 0,1}{\sqrt{3}} = 10,7\text{mL}$$

L.C: 10,7 – 10,9

Considerando el rango anterior, se logró establecer con un 90% de confiabilidad que no se descarta ningún dato, por otra parte, considerando la reacción de formación de yodo y que el yodato limitará la producción del mismo, se puede formular:

$$\text{N Tiosulfato} = \frac{0,0240 \frac{\text{meq-g I}_2}{1\text{mL}} * 10,8 \text{ mL I}_2 * \frac{1 \text{ meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 5\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ meq-g I}_2}}{10\text{mL}}$$

$$= 0,0259 \text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 5\text{H}_2\text{O}$$

6.1.3.2 Oxígeno Disuelto: Día 0. Acuario con Filtro

$$\text{ppm O}_2 = \frac{0,0259 \frac{\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1\text{mL}} * 1,5\text{mL} \frac{1 \text{ meq-g O}_2}{1\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * \frac{31,98\text{mg O}_2}{4\text{meq-g O}_2}}{0,100\text{L}}$$
$$= 3,12 \text{ppm O}_2$$

6.1.3.3 Oxígeno Disuelto: Día 0. Acuario sin Filtro

$$\text{ppm O}_2 = \frac{0,0259 \frac{\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1\text{mL}} * 1,6\text{mL} \frac{1 \text{ meq-g O}_2}{1\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * \frac{31,98\text{mg O}_2}{4\text{meq-g O}_2}}{0,100\text{L}}$$
$$= 3,37 \text{ppm O}_2$$

6.1.3.4 Oxígeno Disuelto: Día 15 Acuario con Filtro

$$\text{ppm O}_2 = \frac{0,0259 \frac{\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1\text{mL}} * 4,45\text{mL} \frac{1 \text{ meq-g O}_2}{1\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * \frac{31,98\text{mg O}_2}{4\text{meq-g O}_2}}{0,100\text{L}}$$
$$= 9,27 \text{ppm O}_2$$

6.1.3.5 Oxígeno Disuelto: Día 15 Acuario sin Filtro

$$\text{ppm O}_2 = \frac{0,0259 \frac{\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{1\text{mL}} * 1,2\text{mL} \frac{1 \text{ meq-g O}_2}{1\text{meq-g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * \frac{31,98\text{mg O}_2}{4\text{meq-g O}_2}}{0,100\text{L}}$$
$$= 2,51 \text{ppm O}_2$$

En el caso del oxígeno disuelto es necesario resaltar que la prueba en día 0 y 15 fue realizada por los investigadores y no por la población debido a la disminución del volumen del acuario, esto con el fin de no interferir con la vida del pez.

Se obtuvo que las condiciones iniciales son apenas un tercio de las condiciones óptimas para la vida acuática, encontrando valores de 3,12 y 3,37 ppm O₂ para los acuarios con y sin filtro respectivamente.

El aumento en la concentración de oxígeno en el acuario que dispone del sistema de recirculación se debe principalmente al oxígeno que logra captar el agua durante el proceso de recirculación, lo cual permite que el aumento se dé hasta condiciones aproximadas a las recomendadas para la buena calidad del agua y en consecuencia para la vida óptima de los peces.

En contraparte el acuario sin sistema de recirculación tiende a tener una disminución en la cantidad de oxígeno debido al aumento de la cantidad de materia orgánica, la cual, en su proceso de descomposición consume el oxígeno que se solubiliza en el agua, tal aumento de materia orgánica se debe a las heces fecales presentes y que a diario aumentan.

Con esta prueba se corrobora nuevamente el efecto positivo que tiene sobre el acuario el uso de un sistema de recirculación, y como la concentración de nitrógeno es un factor incidente sobre muchas variables fisicoquímicas a estudiar en el agua.

6.1.4 Nitrógeno Total En Aguas de Pecera

6.1.4.1 Estandarización de Ácido Clorhídrico (HCl) con Hidróxido de Sodio (NaOH)

Se realizó una estandarización por triplicado con concertación conocida del patrón, empleando fenolftaleína como indicador del punto final de la valoración

V. NaOH (mL)	V. HCl (mL)	V. HCl (mL) Corregido con blanco
10	3,2	3,1
10	3,4	3,1
10	3,1	3,1
Blanco (mL)		Promedio (mL)
10	0,1	3,1
		Desviación Estándar
		0,0

Tabla 13: Estandarización ácido clorhídrico con hidróxido de sodio

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 3,1 + \frac{1,638 * 0,1527}{\sqrt{3}} = 3,1 \text{ mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 3,1 - \frac{1,638 * 0,1527}{\sqrt{3}} = 3,1 \text{ mL}$$

L.C: 3,1 mL

Determinando el rango anterior, se estableció que no hay descarte de datos, por lo cual:

$$N \text{ HCl} = \frac{\frac{0,0231 \text{ meq-g NaOH}}{1 \text{ mL}} * 10 \text{ mL NaOH} * \frac{1 \text{ meq-g HCl}}{1 \text{ meq-g NaOH}}}{3,1 \text{ mL}} = 0,0749 \text{ N HCl}$$

6.1.4.2 *Nitrógeno Total: Día 0. Acuario Con Filtro:*

$$\text{ppm N} = \frac{0,0749 \frac{\text{meq-gHCl}}{\text{mL}} * 0,2 \text{ mL HCl} * \frac{1 \text{ meq-g NH}_3}{1 \text{ meq-gHCl}} * \frac{1 \text{ meq-g N}}{1 \text{ meq-gNH}_3} * \frac{14 \text{ mg N}}{1 \text{ meq-gN}}}{0,005 \text{ L}} = 41,944 \text{ ppm N}$$

6.1.4.3 *Nitrógeno Total: Día 0. Acuario Sin Filtro*

$$\text{ppm N} = \frac{0,0749 \frac{\text{meq-gHCl}}{\text{mL}} * 0,15 \text{ mL HCl} * \frac{1 \text{ meq-g NH}_3}{1 \text{ meq-gHCl}} * \frac{1 \text{ meq-g N}}{1 \text{ meq-gNH}_3} * \frac{14 \text{ mg N}}{1 \text{ meq-gN}}}{0,005 \text{ L}} = 31,458 \text{ ppm N}$$

6.1.4.4 *Nitrógeno Total: Día 15. Acuario Con Filtro:*

$$\text{ppm N} = \frac{0,0749 \frac{\text{meq-gHCl}}{\text{mL}} * 0,25 \text{ mL HCl} * \frac{1 \text{ meq-g NH}_3}{1 \text{ meq-gHCl}} * \frac{1 \text{ meq-g N}}{1 \text{ meq-gNH}_3} * \frac{14 \text{ mg N}}{1 \text{ meq-gN}}}{0,005 \text{ L}} = 52,430 \text{ ppm N}$$

6.1.4.5 *Nitrógeno Total: Día 15. Acuario Sin Filtro*

$$\text{ppm N} = \frac{0,0749 \frac{\text{meq-gHCl}}{\text{mL}} * 0,8 \text{ mL HCl} * \frac{1 \text{ meq-g NH}_3}{1 \text{ meq-gHCl}} * \frac{1 \text{ meq-g N}}{1 \text{ meq-gNH}_3} * \frac{14 \text{ mg N}}{1 \text{ meq-gN}}}{0,005 \text{ L}} = 167,776 \text{ ppm N}$$

Durante el tiempo de función del sistema de recirculación se logra evidenciar que el aumento del nitrógeno es gradual y mínimo para el acuario en el que se dispuso, indica que en efecto la planta fue colonizada por bacterias nitrificantes que llevaron a cabo procesos de oxidación.

El aumento en el caso del acuario sin sistema de recirculación es un resultado esperado, puesto a las diferentes afirmaciones anteriormente dichas, aumenta la cantidad de desecho fecal y alimenticio sin control, lo que incide directamente sobre la cantidad de nitrógeno.

El uso del pez guppy se hizo principalmente por las condiciones fisicoquímicas críticas que soporta, sin embargo, el sistema puede emplearse en otras especies siempre que se realice más grande, y con una recirculación constante que involucre más del 50% del agua contenida. Para otras especies se recomienda también cambiar la planta, por una especie que asimile mayores porcentajes de nitrógeno en menor tiempo.

6.1.5 Curva de Crecimiento de Nitrógeno:

Una vez finalizó la investigación e implementación realizada con los estudiantes, se procedió a determinar el crecimiento de nitrógeno total en las peceras durante cuatro días, con el fin de evidenciar el funcionamiento diario realizado por el filtro e indirectamente la colonización de bacterias oxidantes de nitrógeno.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

6.1.5.1 Estandarización Ácido Clorhídrico (HCl) con Carbonato de Sodio (Na₂CO₃)

Masa Na ₂ CO ₃ (g)	2,6628
V. Aforo (mL)	250
Masa Molar (g/mol)	105,99

Tabla 14: Datos ácido clorhídrico

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{2.6628 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 * \frac{1 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3}{105,99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}}{0,250\text{L}} = 0,1005 \text{ M Na}_2\text{CO}_3$$

Se realizó una estandarización por triplicado con concentración conocida, empleando verde de bromocresol como indicador del punto final de la valoración, obteniendo:

V. Na ₂ CO ₃ (mL)	V. HCl (mL)	V. HCl (mL) Corregido con blanco
10	19,85	19,75
10	19,8	19,7
10	19,9	19,8
Blanco (mL)		Promedio (mL)
10	0,1	19,75
		Desviación Estándar
		0,05

Tabla 15: Estandarización de ácido clorhídrico con carbonato de sodio

$$\bar{x} + \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 19,75 + \frac{1,638 * 0,05}{\sqrt{3}} = 19,8 \text{ mL}$$

$$\bar{x} - \frac{t^*S}{\sqrt{n}} = 19,75 - \frac{1,638 * 0,05}{\sqrt{3}} = 19,7 \text{ mL}$$

L.C: 19,7 – 19,8

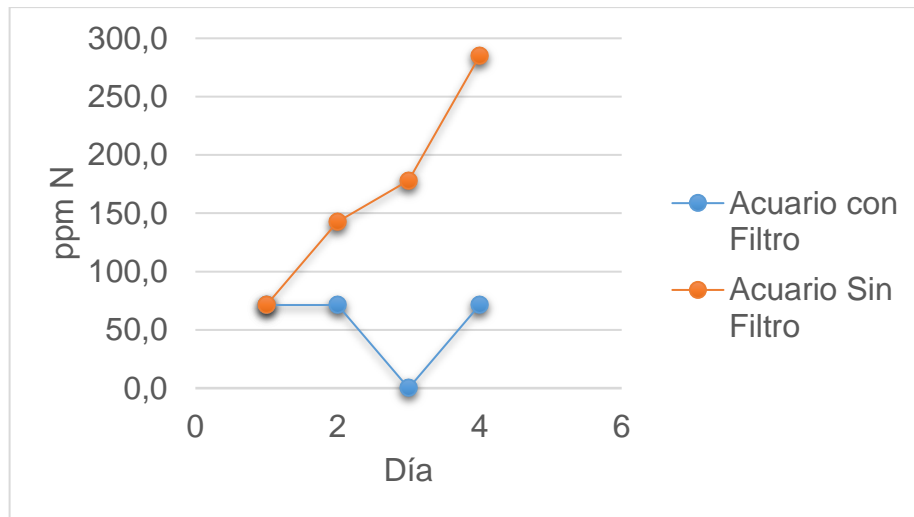
Considerando el anterior rango se puede establecer con un 90% de confiabilidad que no se descarta ningún dato, por lo cual se puede determinar qué:

$$N \text{ HCl} = \frac{0,1005 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3 * 10 \text{ mL} * \frac{2 \text{ mmol HCl}}{1 \text{ mmol Na}_2\text{CO}_3}}{19,75 \text{ mL}} = 0,1017 \text{ M HCl}$$

FECHA	V (mL) HCl gastado		ppm N	
	PECERA 1	PECERA 2	PECERA 1	PECERA 2
23/04/2018	0,1	0,1	71,3	71,28
24/04/2018	0,1	0,2	71,3	142,56

25/04/2018	0,0	0,25	0,0	178,21
26/04/2018	0,1	0,3	71,3	284,76

Tabla 16: Datos de las peceras con respecto al crecimiento de Nitrógeno en ppm



Gráfica 1: Curva de Crecimiento de nitrógeno total

Se diseñó la gráfica No. 1 con el fin de determinar un estimado del aumento de la concentración de nitrógeno en diferentes días, para de esta forma evidenciar el impacto sobre el nitrógeno que tiene el emplear un sistema de recirculación en agua de pecera. Los resultados son diferentes a los encontrados durante los 15 días anteriormente estipulados, y se asocia principalmente a los cambios en la población de peces, ya que hubo un cambio en biomasa de peces, tamaño de los mismos y cantidad de alimento suministrado.

Los cambios en los peces se realizan por la mortalidad de los mismos al vivir en un ambiente contaminado con nitrógeno tóxico.

Si bien el porcentaje de nitrógeno tóxico no es tan elevado, únicamente 0,99%, (Véase Tabla No. 2) al ser un acuario tan pequeño resulta significativo para la intoxicación de la especie.

A medida que aumenta la concentración de nitrógeno, la concentración tóxica aumenta hasta 2,20ppm N para el acuario sin sistema de recirculación en tan solo 4 días, el cual es un valor tóxico para las especies que soportan entre 1,5 y 5 ppm de N (TiendaAnimal, 2013)

Durante el día 3 la concentración de nitrógeno para el acuario con sistema de recirculación resultó ser no cuantificable o cero partes por millón, se atribuye a que no se realizó una homogenización completa de la muestra, motivo por el cual el valor cambió drásticamente en este ensayo.

6.2 Resultados Propuesta de Enseñanza:

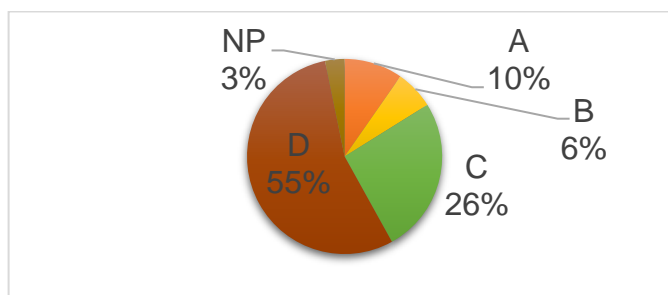
Si bien el enfoque de la investigación es cualitativo, se hará uso de la herramienta Microsoft Office Excel, para tabular, clasificar y graficar los resultados.

6.2.1 Instrumento No. 01:

El instrumento tuvo como objetivo determinar cómo los estudiantes articulan la estequiometría con las técnicas de análisis volumétricos y dan solución a diferentes problemas; consta de un contexto histórico de los inicios de la piscicultura hasta llegar a los sistemas de recirculación (Véase Anexo No. 1) y cuatro problemas de análisis químico los cuales comprenden diferentes tipos de volumetrías (Quelatometría, Ácido – Base) y situaciones de laboratorio en el marco de las técnicas analíticas (Estandarización).

6.2.1.1 Problema No. 1 Instrumento No. 1 Categoría: Cálculos

Para el análisis se consideraron las categorías de cálculos y análisis de la Tabla No. 4: Rúbrica de Progreso, y se evalúa también cada problema planteado encontrando los siguientes resultados:



Gráfica 2: Problema No.1 Categoría: Cálculos

Donde se encuentran las escalas de evaluación:

A = Porcentaje de estudiantes que se ubican en el ítem A

B= Porcentaje de estudiantes que se ubican en el ítem B

C= Porcentaje de estudiantes que se ubican en el ítem C

D = Porcentaje de estudiantes que se ubican en el ítem D

NP= Porcentaje de estudiantes que no participaron en la actividad.

Se obtuvo que el 55% de los estudiantes se ubican en el ítem D, de la escala de evaluación, presenta cálculos de forma incorrecta o no presenta cálculos. Se resalta que los estudiantes E14, E16, E25, E26, E28, E29 y E30 se encuentran cursando el espacio académico por segunda vez, por otro lado, el estudiante E21 se encuentra cursando el espacio por tercera oportunidad, es decir, cerca del 27% de la población se ubican en el ítem D re-cursando el espacio académico.

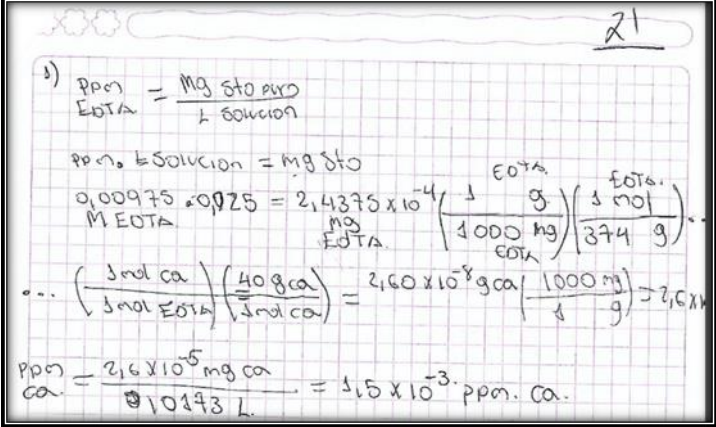
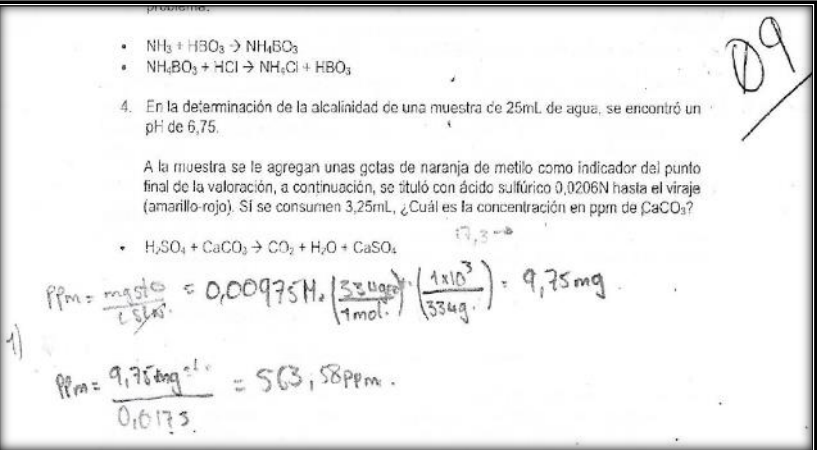
Resultados	Análisis
 <p>Handwritten student work for problem 1. The student defines $ppm = \frac{mg \text{ soluto}}{L \text{ solución}}$. They calculate the mass of $CaCO_3$ as $0,00975 \cdot 0,025 = 2,4375 \times 10^{-4} \text{ g}$. They then convert this to mg and use a molar mass of $100,09 \text{ g/mol}$ to find the concentration in ppm, resulting in $1,5 \times 10^{-3} \text{ ppm}$.</p>	<p>Resaltando el caso del E21, se puede observar que no presenta claridad entre un factor molar y un factor de conversión, tampoco se evidencia claridad en el manejo de unidades.</p>
 <p>Handwritten student work for problem 1. The student lists chemical reactions: $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$ and $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$. They then calculate the concentration of $CaCO_3$ in ppm using the reaction $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CaSO_4$. The calculation is $ppm = \frac{9,75 \text{ mg}}{0,0175} = 563,58 \text{ ppm}$.</p>	<p>El caso de E09, evidencia dificultades en factores de conversión (gramo a miligramo), no hay un manejo de unidades, no se presenta un factor molar, no se hace uso de todos los datos útiles para abordar el problema.</p>

Tabla 17: Resultados problema 1 categoría cálculos

Se encuentra también que el 26% de la población se ubican en el ítem C, presenta los cálculos incluyendo algunas unidades y factores molares de conversión de forma correcta. Se resalta el caso de E17, E20 y E31 quienes se encuentran cursando el espacio académico por tercera vez.

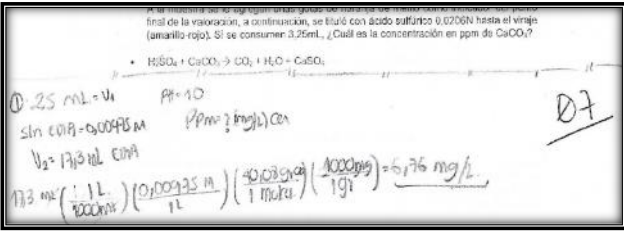
Resultados	Análisis
 <p> $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CaSO_4$ ① $V_{EDTA} = 17.3 \text{ mL}$ $PPM = ? \text{ (mg/L) Ca}$ $[EDTA] = 0.00935 \text{ M}$ $V_{CaCO_3} = 17.3 \text{ mL}$ $PPM_{CaCO_3} = \left(\frac{17.3 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \right) \left(\frac{0.00935 \text{ M}}{1 \text{ mol/L}} \right) \left(\frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \right) = 6.76 \text{ mg/L}$ </p>	<p>El caso de E07, se plantean los factores estequiométricos, sin embargo, no se evidencia el uso de todas las unidades, no se evidencian factores molares, únicamente factores de conversión, y por último se encuentran falencias en cuanto al uso del Sistema Internacional de Unidades.</p>

Tabla 18: Resultados problema 1 categoría cálculos

Por último, para los ítems A y B sólo se encuentra el 16% de la población, es decir, que el manejo de cálculos y unidades sólo evidencia en cinco estudiantes, siendo E13 y E24 respectivamente, estudiantes que cursan por segunda vez el espacio académico. Sólo el 3% de la población se encuentra en el ítem A cursando por primera vez el espacio, siendo el caso de E06.

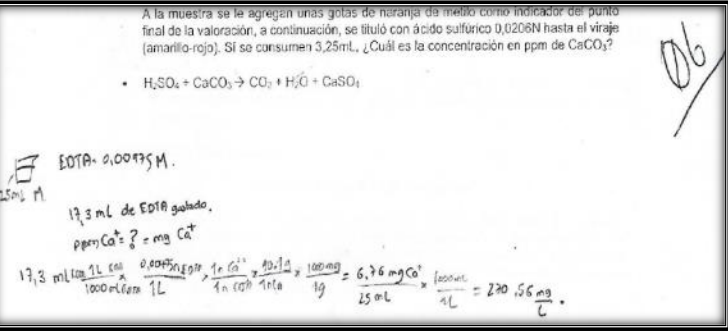
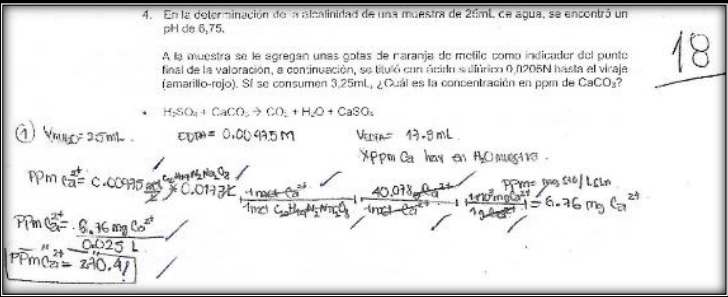
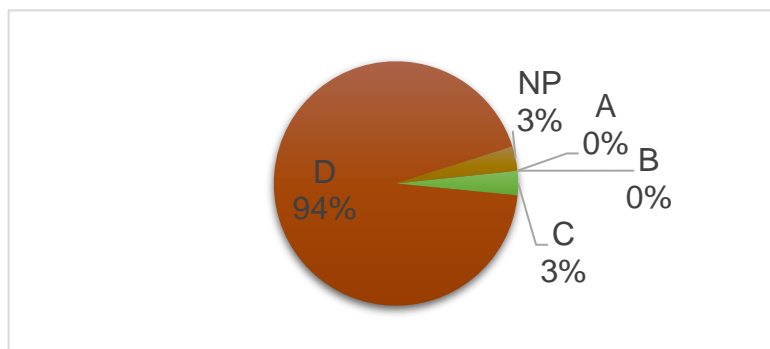
Resultados	Análisis
 <p> $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CaSO_4$ EDTA: 0.00935 M. 17.3 mL de EDTA gastado. $PPM_{Ca^{2+}} = ? \text{ mg Ca}^{2+}$ $17.3 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.00935 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}^{2+}}{1 \text{ mol EDTA}} \times \frac{10.1 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 6.76 \text{ mg Ca}^{2+}$ $\frac{6.76 \text{ mg Ca}^{2+}}{3.1 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 220.56 \text{ mg/L}$ </p>	<p>Sin embargo, se resalta el uso de la letra “n” como símbolo a la palabra mol, aunque se considera un error conceptual no se enmarca como un error o falencia en el uso de unidades y factores molares.</p>
 <p> $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CaSO_4$ ① $V_{EDTA} = 17.3 \text{ mL}$ $PPM_{Ca} = ?$ $[EDTA] = 0.00935 \text{ M}$ $V_{CaCO_3} = 17.3 \text{ mL}$ $PPM_{Ca} = \left(\frac{17.3 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \right) \left(\frac{0.00935 \text{ M}}{1 \text{ mol/L}} \right) \left(\frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \right) = 6.76 \text{ mg/L}$ $PPM_{Ca} = \frac{6.76 \text{ mg Ca}^{2+}}{2.8 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 240.47$ </p>	<p>Se resalta el caso de E18, donde se realizan todos los planteamientos, considerando unidades y factores molares y de conversión, sin embargo, no se establece un único factor para la resolución del problema.</p>

Tabla 19: Resultados problema 1 categoría cálculos

6.2.1.2 Problema No. 1 Instrumento No. 1 Categoría Análisis



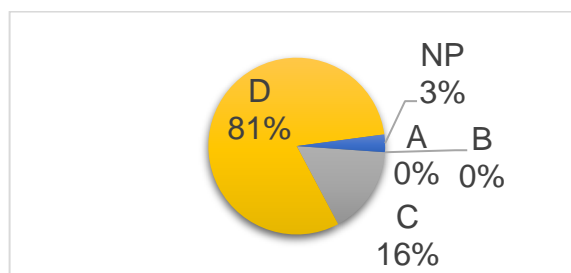
Gráfica 3: Problema No.1 Categoría: Análisis

Para la segunda categoría de análisis el 94% de los estudiantes se encuentran en el ítem D, no presentan discusión lógica ni coherente con los resultados. No presentan ningún tipo de argumentación ni articulación respecto a la variable fisicoquímica a cuantificar con la información que se brinda en la lectura “Una breve historia de la piscicultura”. El otro 3% de la población no participo en la realización del instrumento No.1.

Resultados	Análisis
<p>(ammonio rojo). Si se consumen 3,25ml, ¿Cuál es la concentración en ppm de CaCO₃?</p> <p>• $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CaSO_4$</p> <p>Solución-</p> <p>1) ▶ ya que los Peces soportan condiciones extremas es fácil que se adapten a las condiciones en el medio.</p> <p>▶ Medir constantemente la cantidad de amoníaco liberado por los peces para aumentar el tratamiento biológico requerido.</p>	<p>El E11 es el único que retoma los antecedentes de la lectura para realizar un análisis, sin embargo, al no realizar los planteamientos estequiométricos no dispone de datos para estructurar una argumentación válida.</p>

Tabla 20: Análisis Instrumento 1 categoría Análisis

6.2.1.3 Problema No. 2 Instrumento 1 Categoría: Cálculos



Gráfica 4: Problema No.2 Categoría: Cálculos

Se obtiene que el 81% de la población se localiza en el ítem D, puesto que no realizaron ningún planteamiento para dar solución a la situación problema. Por otra parte, dentro del ítem C se ubica el 16% de la población, de los cuales E13, E14 y E25 están cursando por segunda vez el espacio académico. No se encuentra estudiantes en los ítems A y B de la escala.

Para los problemas tres y cuatro el 97% de la población, en cuanto a la categoría de cálculos se ubican en el ítem D, lo cual se atribuye a la falta de agilidad en los planteamientos y razonamientos matemáticos, hallando una similitud en lo planteado por Obando (2013), quien en su investigación enuncia que una de las problemáticas para el aprendizaje de la estequiometría son las falencias en cuanto a planteamientos y razonamientos matemáticos. Dicha falta de agilidad proviene de que los procesos resultan mecánicos para los estudiantes, y al momento de cambiar variables, situación problema, enunciado, entre otros factores, generan confusión y desmotivación a la hora de resolver y analizar un problema.

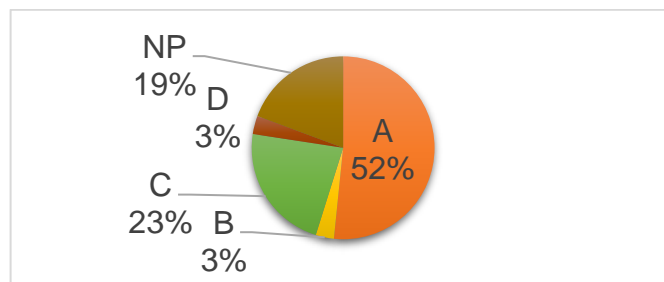
Resultados	Análisis
<p>Handwritten student solution for a chemistry problem involving NaOH and HCl. The student uses the formula $N_1V_1 = N_2V_2$ and calculates the concentration of HCl as 0.156 N.</p>	<p>El caso del E18 donde se presenta una resolución al problema No.2 en la cual se promedian las concentraciones para determinar la concentración de una especie problema. Se observa el uso de fórmulas que suplantán los planteamientos estequiométricos generando así un proceso mecánico confuso ya que el resultado es similar al resultado verdadero.</p>

Tabla 21: Resultados problema 1 instrumento 2 categoría cálculos

6.2.2 Instrumento No. 02:

El instrumento tiene el mismo objetivo que el instrumento No. 1, sin embargo, difiere en que este se implementó una vez finalizada la intervención por parte de los investigadores, los problemas resultan ser los mismos con la diferencia de que este no dispone de un contexto histórico, busca además que los estudiantes realicen un análisis más detallado. El instrumento se presenta como un estudio de caso (Véase Anexo No. 02), donde se busca la resolución de cuatro problemas y dos preguntas de análisis de la situación.

6.2.2.1 Problema No. 1 Instrumento No. 2 Categoría: Cálculos



Gráfica 5: Problema No.1 Categoría: Cálculos

Se encuentra que el 52% de los estudiantes se ubican en el ítem A, presenta todos los cálculos de forma correcta, incluyendo unidades y factores molares y de conversión. Se resalta el hecho de que de los cuatro estudiantes que se encuentran cursando por tercera vez el espacio académico, tres se ubican en el ítem A, el otro estudiante, E17, no se encuentra dentro de la misma, ya que en el instrumento sólo reportó los resultados obtenidos y no realizó por escrito los planteamientos estequiométricos, entorpeciendo de esta manera el análisis de su resultado; si bien los valores reportados son los correctos, no hay evidencia del proceso de resolución del problema. Se destaca el caso de E21, quien durante el primer instrumento se ubicó en el ítem D, mostrando de esta manera una mejoría en su proceso de aprendizaje.

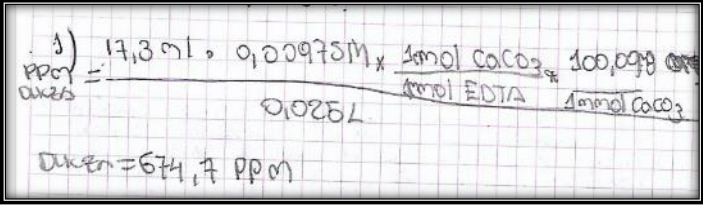
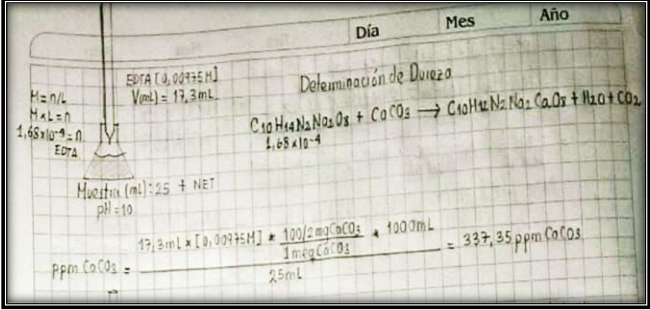
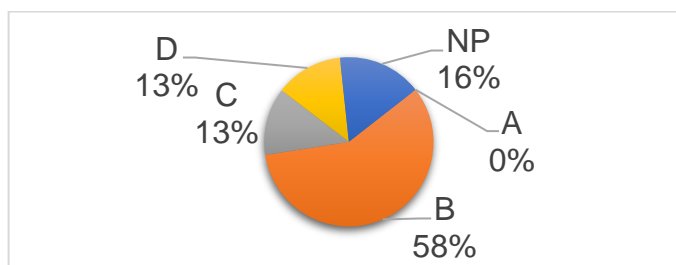
Resultados	Análisis
	<p>Se evidencia en el E21 un cambio en el proceso de estructurar la resolución del problema, se observa un manejo de unidades, factores de conversión y factores molares. Se reconoce el tipo de volumetría sin hacer alusión a la misma en el enunciado del problema.</p>
	<p>Se resalta el caso E14, donde el estudiante presenta confusión entre unidades de concentración molar y normal, al presentarse tal confusión se vale del estado de oxidación del calcio como número de equivalentes-gramo obteniendo así un resultado erróneo. Persisten las dificultades en el uso de unidades.</p>

Tabla 22: Resultados problema 1 instrumento 2 categoría cálculos

Se encuentra que el 55% de los estudiantes se ubican ahora en las escalas de evaluación A y B, considerando que en el desarrolló del primer instrumento el mismo porcentaje se ubicó en el ítem D, lo que representa un progreso en más de la mitad de la población con quien se implementó.

El 26% de la población se localiza en el ítem C, evidenciando que hay un progreso en su aprendizaje; el resultado de su ubicación en la escala es producto de que persisten dificultades de distinción entre unidades de concentración molar y normal.

6.2.2.2 Problema No. 2 Instrumento No. 2 Categoría: Cálculos



Gráfica 6: Problema No. 2 Categoría: Cálculos

Para el problema No. 2 se propone la estandarización de un patrón secundario por método de concentración conocida, durante el análisis del primer instrumento se encuentra que el 81% de los estudiantes se ubican en el ítem D, para el segundo instrumento se observa que el 58% de la población se ubica en el ítem B, evidenciando así un progreso de los estudiantes en este tipo de reacciones.

Se señalan los casos E7, E17 y E27 los cuales se mantienen ubicados en el ítem D durante el análisis de los dos instrumentos, demostrando que no presentaron ningún progreso significativo en procesos de estandarización de soluciones.

En el desarrollo de este problema se evidencia que persiste el uso de fórmulas para determinar concentraciones y no se hace uso de las relaciones estequiométricas inmersas, el 26% de la población restante se encuentra en los ítems C y D ya que continúan cometiendo errores como el promedio de tres diferentes concentraciones para determinar una concentración final del patrón problema.

Resulta evidente que el uso de fórmulas sin comprender el componente químico en este tipo de problemas genera un aprendizaje erróneo, debido a la similitud entre ambos resultados el estudiante se niega a realizar procesos de cambio conceptual, ya que sienta bases equívocas de un proceso cuyo resultado puede ser el mismo generando de esta forma un problema de aprendizaje.

Este problema se asocia además a lo planteado por Biggs (2006) quien enuncia que el paso acelerado de temáticas genera un aprendizaje superficial de las mismas, por su parte, durante el desarrollo de la investigación no se hizo énfasis en la estandarización de soluciones ya que se asume el hecho de realizar relaciones estequiométricas en este tipo de problemas.

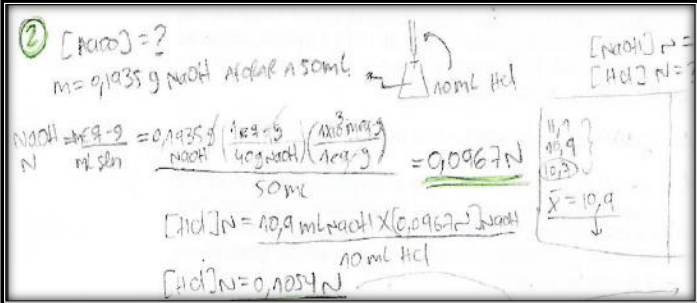
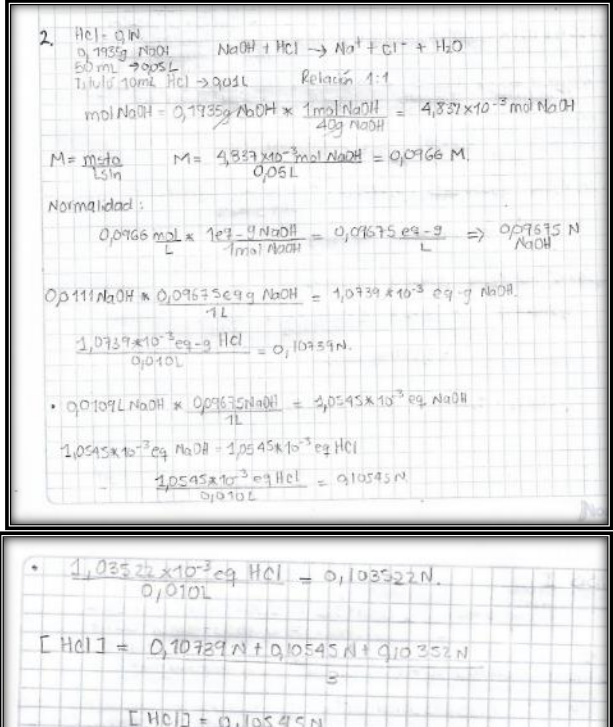
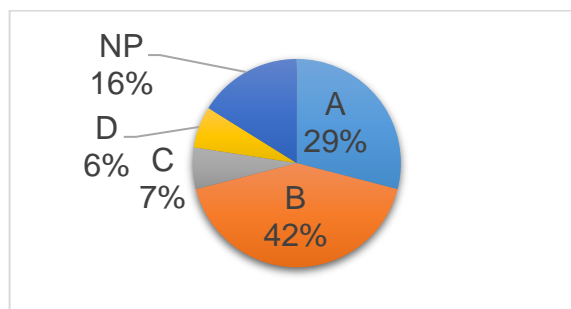
Resultados	Análisis
 <p> $m = 0.1935 \text{ g NaOH}$ a 50 mL $\text{NaOH} = \frac{0.1935 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.0048375 \text{ mol}$ $\text{[NaOH]} = \frac{0.0048375 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 0.09675 \text{ N}$ $\text{[HCl]} = \frac{0.09675 \text{ N} \times 10 \text{ mL NaOH}}{10 \text{ mL HCl}} = 0.1054 \text{ N}$ </p>	<p>En este caso el E01 realiza relaciones estequiométricas para determinar la concentración del patrón valorante, pero se evidencia que no hace uso de las mismas para relacionar las sustancia valorante con la sustancia problema.</p>
 <p> $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ Relación 1:1 $\text{mol NaOH} = 0.1935 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 4.8375 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH}$ $M = \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{4.8375 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH}}{0.05 \text{ L}} = 0.09675 \text{ M}$ Normalidad: $0.09675 \text{ mol} \times \frac{1 \text{ eq NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.09675 \text{ eq} \Rightarrow 0.09675 \text{ N}$ $0.0111 \text{ L NaOH} \times 0.09675 \text{ eq NaOH} = 1.0744 \times 10^{-3} \text{ eq NaOH}$ $\frac{1.0744 \times 10^{-3} \text{ eq NaOH}}{0.010 \text{ L}} = 0.10744 \text{ N}$ $0.0109 \text{ L NaOH} \times 0.09675 \text{ eq NaOH} = 1.0545 \times 10^{-3} \text{ eq NaOH}$ $\frac{1.0545 \times 10^{-3} \text{ eq NaOH}}{0.010 \text{ L}} = 0.10545 \text{ N}$ $\frac{1.0352 \times 10^{-3} \text{ eq HCl}}{0.010 \text{ L}} = 0.10352 \text{ N}$ $[\text{HCl}] = 0.10729 \text{ N} + 0.10545 \text{ N} + 0.10352 \text{ N}$ $[\text{HCl}] = 0.10545 \text{ N}$ </p>	<p>Para el caso del E15 se observa el uso de fórmulas para la hallar la concentración de un patrón, por otro lado, halla tres concentraciones y luego el promedio de las concentraciones es el dato teórico aceptado por el estudiante como verdadero.</p>

Tabla 23: Resultados problema 2 instrumento 2 categoría cálculos

6.2.2.3 Problema No. 3 Instrumento No. 2 Categoría: Cálculos



Gráfica 7: Problema No. 3 Categoría: Cálculos

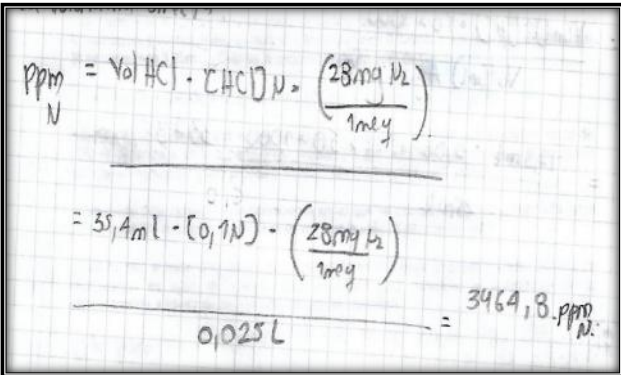
En el problema No.3 se plantea un ejercicio de determinación de nitrógeno total por método Kjeldahl, algunos de los datos de dicho ejercicio son obtenidos a partir de la estandarización realizada en el problema anterior.

Durante el análisis del primer instrumento se encontró que el 97% de la población se encontraba en el ítem D, para el segundo instrumento el análisis de este se determina que solo el 6% se mantiene en este ítem, como es el caso de E07 y E17.

En el caso E07 solo se enuncian las variables y los datos, pero no se realiza el planteamiento solicitado, demostrando que no hay progreso en esta técnica analítica.

Se encuentra en el ítem C los E25 y E27 quienes representan el 7% de la población debido a que realizan un planteamiento omitiendo algunos factores y variables, las cuales arrojan un resultado erróneo y diferente al esperado.

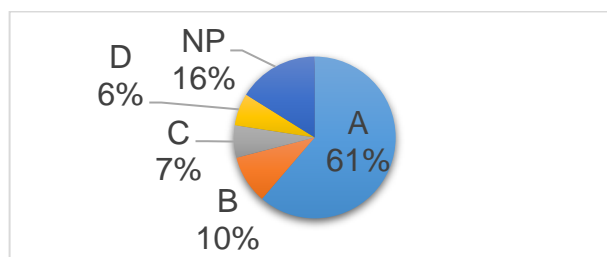
Para el ítem A y B se ubica el 71% de la población demostrando así que se consigue progreso en este tipo de análisis químico para más de la mitad de la población.

Resultados	Análisis
 $\text{ppm N} = \text{Vol HCl} \cdot C \text{ HCl} \cdot \left(\frac{28 \text{ mg N}_2}{1 \text{ meq}} \right)$ $= 55,4 \text{ ml} \cdot (0,1 \text{ N}) \cdot \left(\frac{28 \text{ mg N}_2}{1 \text{ meq}} \right)$ $\frac{\quad}{0,025 \text{ L}} = 3464,8 \text{ ppm N.}$	<p>E25 es uno de los casos donde continúan falencias en la resolución de problemas, falencias tales como: Carencia de factores de conversión, factores estequiométricos y uso de unidades. Por otro lado, el estudiante no distingue la diferencia entre nitrógeno total y elemental, motivo por el cual no emplea de manera adecuada la masa atómica en este caso del nitrógeno. Se encuentra relación con lo mencionado por Obando en cuanto a la mala comprensión lectora, ya que no hace uso de la concentración de ácido clorhídrico hallada anteriormente.</p>

<p> $\text{ppm N} = \frac{0,404 \text{ eq. HCl} \times 0,0354 \text{ L} \times \frac{1 \text{ eq. NH}_3}{1 \text{ eq. HCl}} \times \frac{1 \text{ eq. N}}{1 \text{ eq. NH}_3} \times \frac{14,0067 \text{ g}}{1 \text{ eq. N}}}{0,025 \text{ L}}$ </p> <p> $\text{ppm N} = 0,052 \times 0,0354 \text{ L} \times 14,0067 \text{ g} \times \frac{1 \text{ eq. N}}{14,0067 \text{ g N}}$ </p> <p> $\text{ppm N} = 6037,34 \text{ ppm}$ </p>	<p>Para el caso de E12 muestras las relaciones estequiométricas específicas para este caso, se observa un buen uso de unidades, factores molares y de conversión. Presenta falencias en la identificación del número de equivalentes gramo para el ácido clorhídrico, motivo por el cual la respuesta es errónea.</p>
---	---

Tabla 24: Resultados problema 3 instrumento 2 categoría cálculos

6.2.2.4 Problema No. 4 Instrumento No. 2 Categoría: Cálculos



Gráfica 8: Problema No. 4 Categoría: Cálculos

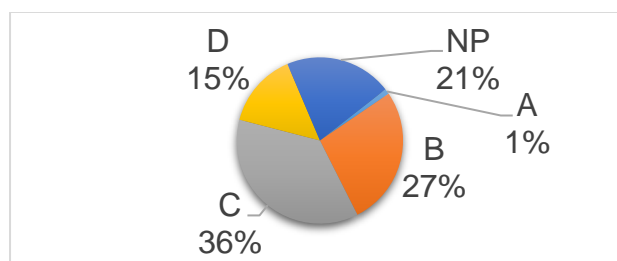
En el caso No.4 se propone una situación problema dónde se solicita determinar el valor de la alcalinidad en la muestra. Se presenta una mejoría ya que el 71% de la población se encuentra entre los ítems A y B siendo en el ítem A donde se ubica el 61% de estudiantes. Al obtener estos datos se demuestra el progreso de los estudiantes con relación a esta técnica, se resaltan los casos E27 y E17 como los únicos que se mantienen en el ítem D, demostrando falencias en la distinción de unidades de concentración.

Resultados	Análisis
<p> 25 ml muestra $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0,0205 \text{ N} \rightarrow \text{hasta pH} = 3,1 - 4,4$ $3,25 \text{ mL}$ </p> <p> $\text{ppm CaCO}_3 = \frac{[0,0205 \text{ N}] (0,0325 \text{ L}) \left(\frac{1 \text{ eq. g CaCO}_3}{2 \text{ eq. g H}_2\text{SO}_4} \times \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1000} \right)}{\left(\frac{25 \text{ ml} \times 1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \right)}$ </p> <p> $\text{ppm CaCO}_3 = 133,9 \text{ ppm}$ </p>	<p>El caso E19 se destaca por el manejo de factores estequiométricos, unidades y estructura de resolución del problema.</p>

	<p>E27 es el caso que evidencia la confusión con los factores de concentración molar y normal, demostrando así el mal uso de los factores de conversión.</p>
--	--

Tabla 25: Resultados problema 4 instrumento 2 categoría cálculos

6.2.2.5 Análisis Global Instrumento No. 2 Categoría: Análisis

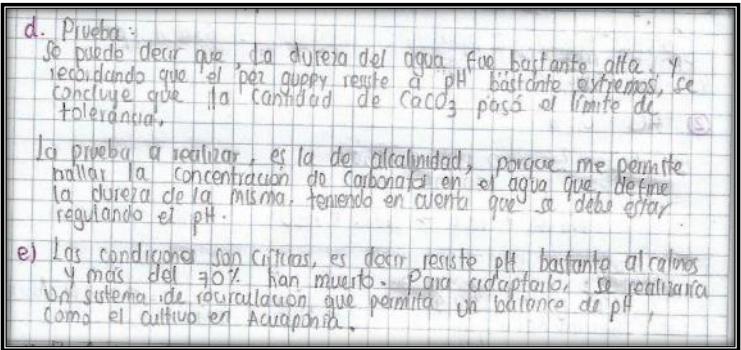
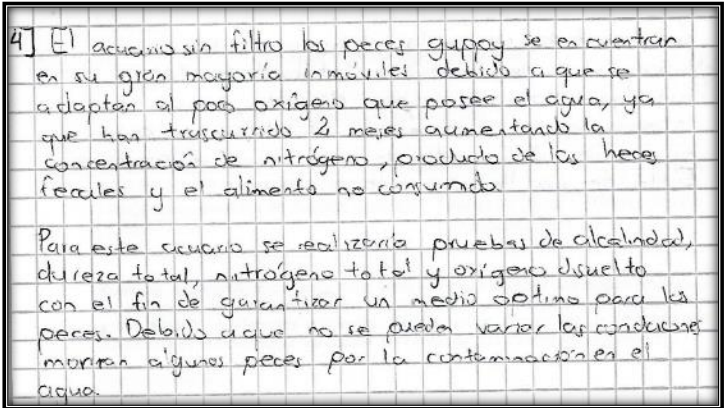


Gráfica 9: Categoría: Análisis (global)

El 28% de la población se ubican en el ítem A y B, debido a que realizan un análisis de las condiciones en las que se encuentra el pez resaltando las pruebas que consideran pertinentes para realizar, sin embargo, no se hace una mención ni articulación entre los resultados obtenidos en la resolución del problema y las condiciones ideales para la vida del pez; es decir ellos solo hacen mención de la técnica analítica sin considerar el planteamiento del problema resuelto previamente.

Para el análisis de las condiciones fisicoquímicas del agua, los estudiantes en su mayoría realizan un análisis global de todos los problemas, sin discriminar cada una de las técnicas analíticas y su incidencia en el comportamiento y calidad de vida del pez.

Se mantienen los problemas de aprendizaje planteados por Obando, donde argumenta que la falta de comprensión lectora es un obstáculo incidente en el aprendizaje y resolución de problemas estequiométricos y análisis de los mismos, motivo por el cual el 51% de la población se ubica en los ítems C y D da la escala.

Resultados	Análisis
 <p>d. Prueba: Se puede decir que la dureza del agua fue bastante alta, y recordando que el pez guppy resiste a pH bastante extremos, se concluye que la cantidad de CaCO_3 pasó el límite de tolerancia.</p> <p>La prueba a realizar es la de alcalinidad, porque me permite hallar la concentración de carbonatos en el agua que define la dureza de la misma, teniendo en cuenta que se debe estar regulando el pH.</p> <p>e) Las condiciones son críticas, es decir resiste pH bastante alcalinos y más del 70% han muerto. Para adaptarlo, se realizaría un sistema de recirculación que permita un balance de pH como el cultivo en Acuaponía.</p>	<p>Se señala el caso E19, donde se presenta confusión entre dos técnicas analíticas de diferente tipo de reacción, pero que su resultado se expresa de la misma forma (ppm CaCO_3), se intenta relacionar la alcalinidad con la dureza total, sin embargo, se confunde la intencionalidad y tipo de volumetría de cada una.</p> <p>En este caso se puede evidenciar lo planteado por Obando, en cuanto a comprensión lectora, ya que se afirma la muerte de los peces, cuando la situación planteada es inmovilización de los mismos.</p>
 <p>4] El acuario sin filtro los peces guppy se encuentran en su gran mayoría inmóviles debido a que se adaptan al poco oxígeno que posee el agua, ya que han transcurrido 2 meses aumentando la concentración de nitrógeno, producto de los heces fecales y el alimento no consumido.</p> <p>Para este acuario se realizaría pruebas de alcalinidad, dureza total, nitrógeno total y oxígeno disuelto con el fin de garantizar un medio apto para los peces. Debido a que no se pueden variar las condiciones mueren algunos peces por la contaminación en el agua.</p>	<p>El caso E31 confirma el problema de comprensión lectora en el desarrollo de análisis de resultados, puesto que en el instrumento no se abordan dos acuarios, el estudiante señala lo vivido durante la implementación de la estrategia de enseñanza, sin tener en cuenta que el instrumento no hace esa referencia.</p> <p>El estudiante es capaz de realizar una predicción de la vida de los peces, pero la misma no está justificada en los datos obtenidos durante la</p>

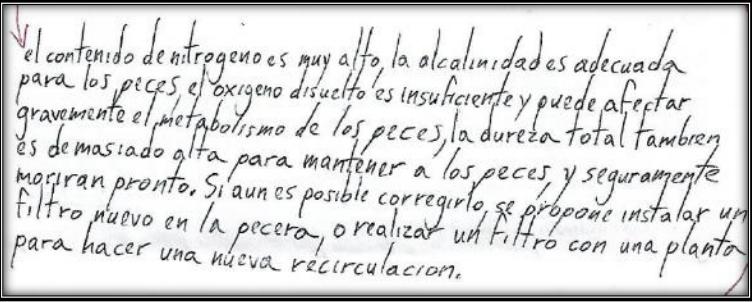
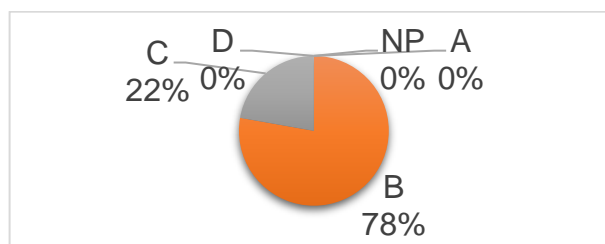
 <p>El contenido de nitrógeno es muy alto, la alcalinidad es adecuada para los peces, el oxígeno disuelto es insuficiente y puede afectar gravemente el metabolismo de los peces, la dureza total también es demasiado alta para mantener a los peces y seguramente morirán pronto. Si aun es posible corregirlo se propone instalar un filtro nuevo en la pecera, o realizar un filtro con una planta para hacer una nueva recirculación.</p>	<p>resolución de los problemas.</p> <p>El E17 es el único caso donde se atribuye el comportamiento de los peces a las variables cuantificadas empleando los valores obtenidos. Se evidencia un progreso en la articulación de la teoría con la práctica experimental.</p>
--	---

Tabla 26: Análisis, instrumento 2 categoría análisis

6.2.3 Informe de Laboratorio Alcalinidad:

6.2.3.1 Laboratorio Alcalinidad. Categoría Cálculos:



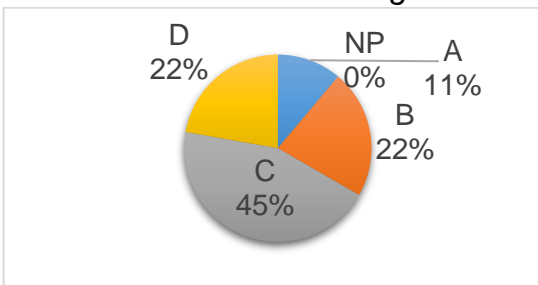
Gráfica 10: Informe Alcalinidad. Categoría Cálculos.

Se encuentra que el 78% de la población se ubica en el ítem B, siendo este un resultado favorable para evidenciar el progreso que presentan los estudiantes cuando ya se han realizado sesiones de intervención y cuando ya se ha realizado una práctica experimental. Los grupos que se encuentran en la categoría C son G3 y G7 puesto a que G7 reporta valores que no corresponden al planteamiento matemático realizado. Se encuentra que el uso de fórmulas es una generalidad en todos los grupos, sin embargo, también se evidencia lo planteado por Biggs en cuanto al anhelo de los estudiantes en realizar experimentos que favorezcan su aprendizaje.

Resultado	Análisis
<p>1-Muestra # 3 (Agua potable) Vol (mL)=20</p> <p>ppm CaCO₃ = $\frac{1.2\text{mL} \cdot 0.02\text{N} \cdot 50/1000}{20\text{mL}}$ = 60 ppm</p> <p><i>de dónde salió</i></p> <p>2-Acuario 1 Con filtro:</p> <p>Con filtro: pH inicial: 6.9 pH Final: 4.94</p> <p>Con filtro ppm CaCO₃ = $\frac{0.4\text{mL} \cdot 0.01\text{N} \cdot 50 \cdot 1000}{20\text{mL}}$ = 20 ppm</p> <p>Sin filtro ppm CaCO₃ = $\frac{0.5\text{mL} \cdot 0.01\text{N} \cdot 50 \cdot 1000}{20\text{mL}}$ = 25 ppm</p> <p><i>Unidades?</i></p>	<p>G3 desarrolló el informe sin realizar los planteamientos estequiométricos, por el contrario, hacen uso de fórmulas que como se puede observar en el desarrollo del primer instrumento estas fórmulas entorpecen el aprendizaje generando procesos mecánicos y confusión en el desarrollo de estos procesos.</p>
<p>Cálculos</p> <p>Acuario con filtro</p> $\text{ppmCaCO}_3 = \frac{0.0291\text{N} \times 0.4\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{20\text{ mL agua}} = 29.1$ <p><i>Unidades</i></p> <p>Acuario sin filtro</p> $\text{ppmCaCO}_3 = \frac{0.0291\text{N} \times 0.5\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{20\text{ mL agua}} = 36.375$ <p><i>?</i></p> <p>Agua potable</p> $\text{ppmCaCO}_3 = \frac{0.0291\text{N} \times 1.2\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{20\text{ mL agua}} = 87.3$ <p><i>?</i></p> <p>Muestra falseada</p> <p>Muestra falseada (F)</p> $\text{ppmCaCO}_3(F) = \frac{0.0291\text{N} \times 3.4\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{10\text{ mL agua}} = 494.7$ <p><i>?</i></p> <p>Muestra falseada (M)</p> $\text{ppmCaCO}_3(M) = \frac{0.0291\text{N} \times 4.7\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{10\text{ mL agua}} = 638.85$ <p><i>?</i></p> <p>Agua destilada</p> $\text{ppmCaCO}_3 = \frac{0.0291\text{N} \times 0.5\text{mL} \times \frac{100\text{mg}/2\text{CaCO}_3}{1\text{meqCaCO}_3} \times 1000}{20\text{ mL agua}} = 36.375$ <p><i>?</i></p>	<p>El caso de G5 reafirma lo encontrado en G3, donde se puede observar que se realiza un planteamiento estequiométrico, sin embargo, el esbozo realizado muestra una confusión a la hora de determinar el valor de los equivalentes del carbonato de calcio, puesto que se asume que es 1 sin considerar el número de oxidación del calcio, pero como la fórmula indica que el valor es 50 mg, ubican el 2 de manera incorrecta para que coincida con el resultado de la fórmula.</p>

Tabla 27: Análisis Informe Alcalinidad

6.2.3.2 Laboratorio Alcalinidad: Categoría Análisis:



Gráfica 11: Informe Alcalinidad, Categoría Análisis

Para este caso el 45% de la población se encuentra en el ítem C, puesto que generalmente construyen un marco teórico del cual no se valen para realizar el análisis pertinente, es decir, realizan una consulta extensa pero no la triangulan con los resultados obtenidos ni generan hipótesis, ni predicen resultados con respecto al trabajo realizado.

Generalmente se enuncian los resultados obtenidos para el pez, pero no lo atribuyen a ninguna causa aparente ni centran su atención en el estudio de los valores reportados. En el proceso de realización del formato heurístico confunden el análisis de resultados, produciendo un análisis carente de lógica y argumentos fundamentados en hechos que observaron.

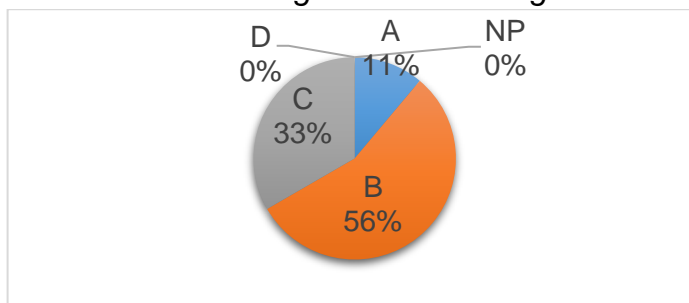
Resultado	Análisis
<p>Análisis de Resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Según la resolución 2115 del 2007, el agua potable no puede tener un exceso de alcalinidad total de 200 ppm, al momento de hallar este valor en el agua del laboratorio de química, de la universidad pedagógica nacional, se obtuvo un valor de 87.07 ppm, lo que nos indica que cumple con las normas establecidas y es apta para el consumo humano, además, se puede observar que el agua destilada, cumple con este requisito, y da un menor el valor, ya que ella ha pasado por unos procesos de evaporación y condensación, por lo cual no tendrá muchas especies disueltas, con respecto a la muestra falseada, se nota que la alcalinidad total da un valor muy alto, por lo que a simple vista no debe ser apta para el consumo humano, está siendo agua de piscina, lo que se recomienda tener una alcalinidad entre 125 a 150 ppm, indicándonos, que el agua de piscina valorada no es apta para esto, ya que se tiene un valor de 341.02 ppm, de alcalinidad total, y puede causar un efecto colateral en la salud. - La alcalinidad mínima de las aguas en peceras, es de 20 ppm, lo que nos indica un agua muy blanda, pero los peces Guppy, resisten un tipo de agua dura y bastante dura, al momento de hallar la alcalinidad de la pecera que tenía el filtro y la pecera que no tenía el filtro, se observó que la que tiene mayor alcalinidad es la pecera sin filtro, ya que no tiene cómo purificar el agua, por ende tiene más especies disueltas en este, además el pH es mayor, porque este tiende a ser alcalino, a diferencia de la pecera con filtro, nos dio un valor menor y su pH tiende a ser ácido, lo cual los dos valores cumple la alcalinidad mínima de 	<p>G7 evidencia que el análisis se limita la construcción de un marco teórico que no es empleado en su totalidad, generando desórdenes, puesto que confunden el concepto de alcalinidad con el de dureza.</p> <p>No relacionan la presencia de especies alcalinas al uso de piedra blancas en el sistema de filtrado.</p> <p>No atribuyen el pH a la presencia de otras especies químicas que lo alteran, como el amonio producto del nitrógeno o a los carbonatos de magnesio producto de la dureza.</p>

<p style="text-align: right;">2018-1</p> <p>De ahí que con relación al pez guppy que es un pez que requiere de una temperatura aproximada de 22 y 28°C, al igual que un pH alcalino moderado que no se encuentre por debajo de 6,5 (Salgado, Hernández, Marañón, Maya, 2008) para poder sobrevivir, se realizó el estudio de alcalinidad, el cual indico:</p> <p>Que la muestra 1 que tenía filtro dio un porcentaje menor a ppm en comparación con la muestra 2 que no tenía filtro, indicando que el biofiltro por medio de las bacterias nitrificantes esta absorbiendo pequeñas trazas de amoniac, el cual, al entrar en reacción con el agua, da como producto en el equilibrio iones hidroxilo que deberían estar presentes en el método volumétrico. Esto quiere indicar que el filtro en sí debe de ser funcional ya que a medida que se absorbe amoniac, baja consigo la concentración de iones hidroxilo y por tanto dar los valores respectivos de las muestras 1 y 2 (tabla 5).</p> <p>Pero no obstante la diferencia de concentración de las dos muestras es relativamente baja (tabla 5) y, por tanto, se podría evidenciar que el biofiltro está cumpliendo, pero también nos está indicando que la muestra 1 tiene una pequeña capacidad de neutralizar ácidos que en sí, podría indicar una baja calidad del agua para los peces; aunque este estudio podría complementarse junto con el estudio de dureza en agua, que podría ofrecer una visión más holística de las propiedades alcalinas de este cuerpo hídrico.</p>	<p>Se resalta el caso de G2, donde además de hacer la construcción de un marco referencial se articula a los resultados obtenidos dentro del laboratorio.</p> <p>Se asocia la diferencia de alcalinidades entre las dos muestras a las diferentes especies químicas presentes en el agua, y además se articula con la dureza de la muestra, siendo este un análisis que intenta predecir los resultados de otra técnica analítica.</p>
---	--

Tabla 28: Análisis Informe Alcalinidad

6.2.4 Informe de Laboratorio Nitrógeno Total:

6.2.4.1 Laboratorio Nitrógeno Total. Categoría Cálculos



Gráfica 12: Informe Nitrógeno Total. Categoría Cálculos

En la escala B se ubica el 56% de los grupos, lo que evidencia que ya se realizan planteamientos de tipo estequiometrico, sin embargo, persiste que un tercio de la población hace uso de fórmulas o no establece todas las relaciones estequiométricas. Es destacable en hecho de que no se ubique ningún grupo en el ítem D y que se encuentre un grupo, G6, en la escala A, siendo este grupo donde se encuentra E20 y E21 quienes cursan por tercera vez el espacio académico y quienes durante el desarrollo del instrumento No.1 se ubicaron en el ítem D.

Resultado	Análisis
<p>DIRECTA</p> <p>Con filtro:</p> $\% N^{NH_4^+} = \frac{[0,0749 N] \cdot 0,25 mL + \frac{14,08 mg N}{1 meq N} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} g N}{1 meq N}}{5 mL Allicorta} \cdot 100\% = 5,272 \cdot 10^{-2}$ <p>Sin filtro:</p> $\% N^{NH_4^+} = \frac{[0,0749 N] \cdot 0,8 mL + \frac{14,08 mg N}{1 meq N} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} g N}{1 meq N}}{5 mL Allicorta} \cdot 100\% = 0,0168$ <p>INDIRECTA</p> <p>Con filtro:</p> $\% N^{NH_4^+} = \frac{0,1379 meq + \frac{14,08 mg N}{1 meq N} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} g N}{1 meq N}}{5 mL Allicorta} \cdot 100\% = 0,0388 g N$ <p>Sin filtro:</p> $\% N^{NH_4^+} = \frac{0,8974 meq + \frac{14,08 mg N}{1 meq N} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} g N}{1 meq N}}{20 mL Allicorta} \cdot 100\% = 0,06317 g N$	<p>En el caso de G7 se puede evidenciar que hay una confusión entre las unidades de concentración molar y normal, por otro lado, se percibe que no se siguen las instrucciones correctamente ya que se solicitó la determinación de nitrógeno en partes por millón, y el planteamiento del grupo expresa el porcentaje, el cual da como resultado que no retomen la relación entre nitrógeno, temperatura y pH para determinar el porcentaje de nitrógeno tóxico para los peces.</p>
<p>Valoración directa pecera con filtro</p> $N = \frac{0,25 mL HCl \times HCl [0,0749] N \times \frac{14,08 mg N}{1 meq N}}{5 \times 10^{-3} L} = 52,73 ppm de N$ <p>% toxicidad del nitrógeno en pecera con filtro valoración directa: $52,73 ppm de N \cdot 0,040 = 2,1092$</p> <p>Valoración directa pecera sin filtro</p> $N = \frac{0,8 mL HCl \times HCl [0,0749] N \times \frac{14,08 mg N}{1 meq N}}{5 \times 10^{-3} L} = 168,63 ppm de N$ <p>% toxicidad del nitrógeno en pecera sin filtro valoración directa: $168,63 ppm de N \cdot 0,040 = 6,7452$</p>	<p>Se resalta el caso G6, donde si bien no se realiza el planteamiento de relación entre ácido clorhídrico y amoníaco, y a su vez, entre amoníaco y nitrógeno, si se retoma el porcentaje tóxico del mismo para la especie acuática, siendo este el único caso donde se encuentra y se relaciona tal planteamiento.</p>

Tabla 29: Análisis Informe Nitrógeno Total

6.2.4.2 Laboratorio Nitrógeno Total. Categoría Análisis:

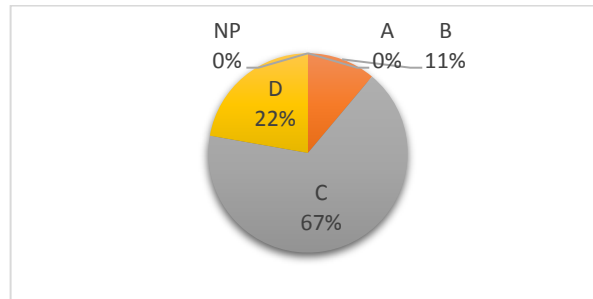


Figura 13: Laboratorio Nitrógeno Total. Categoría Análisis

Para el análisis de nitrógeno total se ubica al 67% de los grupos en el ítem C, puesto que en la mayoría de los casos no se hace alusión al porcentaje de nitrógeno tóxico para los peces y aun así se asegura que todo el nitrógeno resulta tóxico, se observan falencias en la distinción de unidades de concentración.

Resultado	Análisis
<p>esto la resolución 2115 de 2007, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y del Ministerio de la Protección Social establece que los nitritos y nitratos, tienen implicaciones sobre la salud humana, y por lo tanto, la concentración de nitritos debe ser menor o igual a 0.1 mg/L de NO_2^- y la concentración de nitratos debe ser menor o igual a 10 mg/L de NO_3^- como en esta práctica de laboratorio se realizó un análisis como tal de nitrógeno en general se puede decir que según estos parámetros, el agua tiene una buena calidad para los organismos puesto que tanto en el método directo como indirecto y el agua con filtro y sin filtro se encuentra el %N por debajo de 0.1. En el agua con filtro, la <i>Nitrobacter</i> ha oxidado el Amoníaco a Nitritos y posiblemente a Nitratos</p> $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ <p>así, la planta puede absorber nitritos y nitratos, y oxigena el agua. Además de que las condiciones ambientales del agua para estos peces sera mejor, mas limpia y vivirán de una mejor manera.</p>	<p>En el caso de G7 se puede resaltar la relación entre la cantidad de nitrógeno presente con las bacterias nitrificantes que se encuentran en el filtro, pero, es necesario destacar que confunden y relacionan unidades de concentración diferentes como si fuesen la misma, se expresa una norma en partes por millón y se contrasta con un resultado en porcentaje, asegurando que se cumple con la norma.</p>

<p>A pesar de los errores indeterminados cometidos por los analistas, y la diferencia significativa de las concentraciones por volumetría directa e indirecta, se logró evidenciar el objetivo del biofiltro. Puesto que en la muestra de acuario con filtro las concentraciones de amoníaco son menores en comparación a la muestra de acuario sin filtro, gracias al trabajo de las bacterias nitrificantes que oxidan el amoníaco hasta nitritos y posteriormente a nitratos.</p>	<p>G2 se resalta por emplear los datos para ir más allá de lo solicitado, realizan la determinación tanto de nitrógeno como de amoníaco y relacionan ambas concentraciones con el trabajo realizado en el filtro.</p> <p>Por otro lado, el grupo afirma que existe una diferencia significativa entre dos concentraciones determinadas por diferente tipo de volumetría, si embargo, no se realiza un análisis de varianzas que corroboren dicha afirmación, es decir, se emplea mal el termino de diferencia significativa.</p>
--	--

Tabla 30: Análisis Informe Nitrógeno Total

6.2.5 Informe Dureza Total

6.2.5.1 Laboratorio Dureza Total. Categoría cálculos

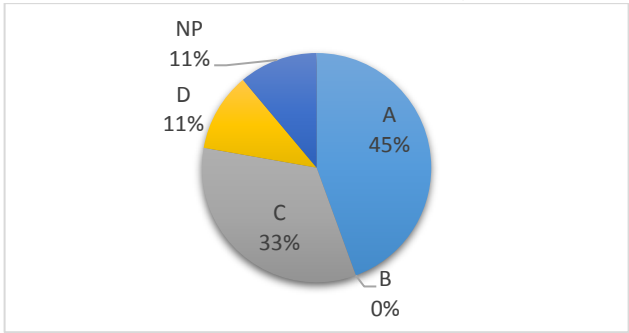


Figura 14: Laboratorio Dureza Total. Categoría Cálculos

Se encuentra que los grupos están polarizados, puesto que el 45% se ubica en el ítem A, mientras que el 44% se localiza entre C y D y el otro 11% no realizó el informe de laboratorio, entorpeciendo de este modo su análisis y resulta imposible su clasificación. En el análisis de este informe se evidencia un avance en el uso de factores molares, de conversión, en el uso de unidades y unidades de concentración. Los factores son planteados en su totalidad y se pudo evidenciar el

interés de los estudiantes en realizar la práctica experimental y con esto se puede corroborar lo planteado por Moya (2017) en cuanto a las actitudes favorables que tienen los estudiantes hacia las prácticas de laboratorio.

Resultado	Análisis
<div data-bbox="409 436 971 968" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>CÁLCULOS</p> <p>Estandarización: $\left(\frac{(\text{Vol. CaCO}_3 \text{ s/n}) \times [\text{CaCO}_3]}{(\text{vol. EDTA})} = [\text{EDTA}] \right) \checkmark$ $(10\text{mL} \times 0.01\text{M}) / 9.9\text{mL} = 0.0101\text{M}$</p> <p>Dureza Total:</p> <p>Con Filtro:</p> $D_{\text{ppm CaCO}_3} = \frac{(\text{vol EDTA}) \times [\text{EDTA}] \times \left(\frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \right) \times \left(\frac{100.09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \right) \times \left(\frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} \right)}{\text{Vol Muestras}}$ $D_{\text{ppm CaCO}_3} = \frac{(0.0015\text{L}) \times [0.0101\text{M}] \times \left(\frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \right) \times \left(\frac{100.09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \right) \times \left(\frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} \right)}{0.01\text{L}}$ $D_{\text{ppm CaCO}_3} = 151.6363\text{ppm CaCO}_3 \checkmark$ <p>Sin filtro:</p> $D_{\text{ppm CaCO}_3} = \frac{(0.0004\text{L}) \times [0.0101\text{M}] \times \left(\frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \right) \times \left(\frac{100.09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \right) \times \left(\frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} \right)}{0.01\text{L}}$ $D_{\text{ppm CaCO}_3} = 40.43\text{ppm CaCO}_3 \checkmark$ </div> <div data-bbox="402 997 976 1465" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">DETERMINACIÓN DE LA DUREZA TOTAL (ppm CaCO₃)</p> <p style="text-align: center;"><i>Titulación de agua "con filtro" con EDTA [0,0101] M</i></p> $DT \text{ ppm CaCO}_3 = \frac{0,0015\text{L} \times [0,0101\text{M}] \times \frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \times \frac{100,09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}}}{0,01\text{L}} = 151,63\text{ppm} \checkmark$ <p style="text-align: center;"><i>Titulación de agua "sin filtro" con EDTA [0,0101] M</i></p> $DT \text{ ppm CaCO}_3 = \frac{0,0004\text{L} \times [0,0101\text{M}] \times \frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \times \frac{100,09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}}}{0,01\text{L}} = 40,43\text{ppm} \checkmark$ <p style="text-align: center;"><i>Tabla N°4. Determinación de la Dureza Total en ppm de CaCO₃.</i></p> <hr/> <p style="text-align: center;">DETERMINACIÓN DE LA DUREZA CÁLCICA (ppm CaCO₃)</p> <p style="text-align: center;"><i>Titulación de agua "con filtro" con EDTA [0,0101] M</i></p> $DT \text{ ppm CaCO}_3 = \frac{0,0012\text{L} \times [0,0101\text{M}] \times \frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \times \frac{100,09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}}}{0,01\text{L}} = 121,3\text{ppm} \checkmark$ <p style="text-align: center;"><i>Titulación de agua "sin filtro" con EDTA [0,0101] M</i></p> $DT \text{ ppm CaCO}_3 = \frac{0,0004\text{L} \times [0,0101\text{M}] \times \frac{1\text{mol CaCO}_3}{1\text{mol EDTA}} \times \frac{100,09\text{g CaCO}_3}{1\text{mol CaCO}_3} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}}}{0,01\text{L}} = 40,43\text{ppm} \checkmark$ <p style="text-align: center;"><i>Tabla N°5. Determinación de la Dureza Cálcica en ppm de CaCO₃.</i></p> </div>	<p>El G4 presenta los cálculos de manera correcta haciendo uso de todos los factores y relaciones molares. Se evidencia el buen manejo de unidades y conversión de las mismas.</p> <p>El G5 es otro que resaltar en cuanto al orden y el manejo de relaciones estequiométricas, corroborando el evidente progreso que tienen los estudiantes con la implementación de la estrategia de enseñanza.</p>

<p>AGUA CON FILTRO</p> <p>1. Dureza total</p> <p>Volumen gastado de EDTA= <u>1,5 mL</u> Concentración EDTA estandarizado= <u>0,010 M</u> Volumen de la alícuota de muestra= <u>10 mL</u> Indicador = Eriocromo negro T (NET) ?</p> <p>$m\text{moles EDTA} = m\text{moles CaCO}_3$</p> <p>DT Ppm CaCO₃ = 150,14 ppm ?</p> <p>2. Dureza cálcica ?</p> <p>Volumen gastado de EDTA= <u>1,2 mL</u> Concentración EDTA estandarizado= <u>0,010 M</u> Volumen de la alícuota de muestra= <u>10 mL</u> pH: 12 Indicador = Murexida.</p> <p>$m\text{moles EDTA} = m\text{moles CaCO}_3$?</p> <p>DCa ppm CaCO₃ = 120,11 ppm ?</p> <p>3. Dureza magnésica</p> <p>DT = DCa + DMg DMg = DT - Dca.</p> <p>DMg = 150,14 ppm - 120,11 ppm = 30,03 ppm</p>	<p>Se pone en manifiesto G2 en dónde no se realiza ningún planteamiento que coincida con los resultados obtenidos.</p>
---	--

Tabla 31: Análisis Informe Dureza Total

6.2.5.2 *Laboratorio Dureza Total. Categoría Análisis:*

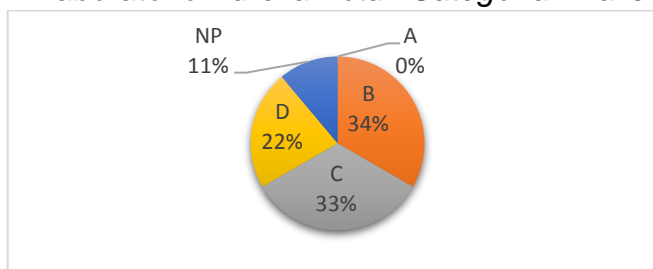


Figura 15: Laboratorio Dureza Total. Categoría Análisis

Se observa que los grupos ubicados en la escala A y B mantienen aproximadamente las mismas proporciones, sin embargo, la diferencia radica en la articulación de los resultados con los análisis, generalmente en los análisis de resultados no se hace uso de los mismos. Los grupos que se ubican en el ítem D se encuentran allí por la carencia de articulación entre la teoría consultada, la información brindada en la implementación de la estrategia y los resultados obtenidos.

Los resultados encontrados concuerdan con los planteado por Zorrilla & Mazzitelli (2015), ya que se pudo observar un crecimiento gradual del interés de los estudiantes hacia la práctica experimental, es decir, los planteamientos estequiométricos que desarrollan durante los primeros informes difieren mucho de

los informes finales, esto se asocia a que se va generando un interés mayor en conocer las condiciones óptimas para el pez, este interés se maximiza o aumenta cuando ellos pueden observar los grandes cambios de color entre las dos peceras, y en su afán de que no haya mortalidad de los peces procuran hacer un mejor trabajo.

Resultado	Análisis
<div data-bbox="318 667 990 869" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>En cuanto al hecho evidente de que la dureza total del agua con filtro resultó ser mayor que la del agua sin filtro, se pueden dar como explicación varias hipótesis, la más obvia es que pudo haber una equivocación en la rotulación de las muestras, es. cuyo caso tendría sentido que las concentraciones estén intercambiadas. Otra explicación desde la química analítica, es que el EDTA pudo quedar estandarizado inadecuadamente, el patrón usado estaba en mal estado, o la solución de EDTA también. El enmascaramiento de algún ion por algún efecto de matriz también es una posibilidad recurrente en el análisis químico, una explicación puede ser que algún interferente en la matriz del agua sin filtro haya enmascarado los iones calcio haciendo que su concentración fuera más baja de lo que realmente es. Es una posibilidad lógica, pero no tan probable dado que el complejo de Ca-EDTA es tremendamente estable ($K_f = 5,0 \times 10^{19}$).</p> </div>	<p>En el caso del G5 se corrobora el hecho de no articular la construcción del marco teórico, la información brindada en la implementación de la estrategia y los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio. Asocian la diferencia de dureza a errores de rotulación sin considerar que la dureza hallada en el acuario con sistema de recirculación se encuentra en el rango permitido para buena calidad de vida del pez guppy.</p>
<div data-bbox="402 1108 906 1810" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Análisis de Resultados</p> <p>De acuerdo a la <i>tabla 3. datos experimentales secundarios</i> se obtiene como resultado 40.4 ppm CaCO_3 en el análisis de dureza total y cálcica para la muestra del agua de pecera sin filtro, se relaciona que la dureza del agua en la pecera es debida principalmente por el catión Ca^{2+} por tanto no contiene la concentración requerida para tener un adecuado sistema acuariológico que ayude en el desarrollo del pez Guppy; de acuerdo a la concentración se establece que es un tipo de agua blanda.</p> <p>Con relación a los resultados obtenidos en el análisis de dureza total y cálcica se obtuvo como valor experimental 151.5 ppm CaCO_3 (dureza total) para la muestra de pecera con filtro y 121.2 ppm CaCO_3 para la dureza cálcica; a partir de estos resultados se</p> <p>establece que el agua contiene 30.3ppm MgCO_3 de dureza específicamente generada por el ión Mg^{2+}; por lo tanto se establece que el agua contiene el nivel adecuado de dureza para el desarrollo del pez Guppy, el cual debe de estar en un rango de 142.4-267 ppmCaCO_3 (tipo de agua dura).</p> </div>	<p>Se resalta el caso G6 quienes articulan de manera adecuada las concentraciones experimentales con las concentraciones teóricas y así pueden afirmar correctamente que el pez se encuentra en buenas condiciones</p>

Tabla 32: Análisis Informe Dureza Total

7. CONCLUSIONES

Una vez culminadas todas las etapas de la investigación se procede a concluir el presente trabajo de grado, planteando de esta forma las siguientes conclusiones:

1. El aprendizaje de los planteamientos estequiométricos se potencia en la medida en que se puede evidenciar un progreso en el desarrollo de los mismos, este progreso se puede evidenciar en casos como los de G05, ya que en el informe de determinación de nitrógeno se ubican en el ítem B y para el informe de Dureza lo hacen en el ítem A, lo cual comprende una mejoría a partir de la organización jerárquica de las prácticas experimentales, ello, también se puede corroborar con el progreso individual que se observa en el desarrollo de los dos instrumentos de recolección de información. Por otra parte, también persisten problemas en cuanto a desarrollo de análisis de resultados, ya que se mantienen en la misma escala evaluativa (C).

Se resalta además el caso del G03 en el cual no se logra cumplir con los objetivos de enseñanza, puesto que permite el uso de fórmulas y planteamientos estequiométricos erróneos. El caso G06 también se destaca como un caso de mayor interés, debido a la presencia de dos integrantes que re-cursan el espacio académico por tercera vez, y quienes en el desarrollo del primer instrumento no establecen ninguna relación entre cálculos estequiométricos y técnicas analíticas, sin embargo, en el transcurso de las prácticas experimentales se observa un avance ubicándolos en el ítem A de la categoría cálculos tanto en el instrumento como en las dos últimas prácticas de laboratorio.

2. Se establece que en un principio la población con la que se desarrolló la estrategia de enseñanza no articula las técnicas analíticas volumétricas con planteamientos y relaciones estequiométricas, ya que se observa el uso de fórmulas que demuestran muchos de los problemas de aprendizaje planteados en el marco de antecedentes, los procesos de resolución se convierten en procesos mecánicos (Obando, 2013) y el estudiante no es capaz de plantear una solución cuando cambian variables, sin embargo, una vez finalizada la intervención con el segundo instrumento se logra evidenciar que hay un progreso en los estudiantes en cuanto a la articulación de técnicas como quelatometría y ácido base, en menor medida se logró establecer una relación entre técnicas de óxido reducción con planteamientos estequiométricos.

La articulación que realizan los estudiantes se da principalmente por uso de unidades, es decir, todo el planteamiento se encamina en llegar a la unidad solicitada dentro del planteamiento del problema o la técnica estandarizada.

3. La estrategia diseñada resulta apta para el mejoramiento en la realización de cálculos y planteamientos estequiométricos, y, además favorece el aprendizaje de las diferentes técnicas analíticas empleadas, en evidencia se encuentra el progreso obtenido entre los instrumentos 1 y 2, además de evidenciar el mismo progreso en el desarrollo heurístico de las prácticas experimentales.
4. Si bien se buscó lo planteado por Chamizo (2010) de llevar a los estudiantes a un nivel de investigación 2 sólo se consigue hasta un nivel 0 y 1, ya que en los análisis de resultados se evidencia la carencia que tienen los estudiantes a la hora de relacionar el marco teórico con los resultados obtenidos en la práctica experimental. Se observó que no hay una toma de decisiones por parte de los estudiantes en cuanto a variables dentro de la metodología, es decir, que no se plantean una metodología para cumplir el objetivo de la práctica experimental, motivo por el cual la respuesta a la situación problema es dada principalmente por marco teórico (Nivel 1) o por el mismo docente (nivel 0).
5. Se cumple el objetivo del trabajo práctico de laboratorio, ya que se observa que los estudiantes se sienten más motivados al realizar prácticas experimentales, favoreciendo de esta manera su aprendizaje. Se consigue generar una motivación, en este caso conocer las condiciones en las cuales se encuentran los peces para evitar de esta manera la muerte de los mismos, se observa una actitud favorable y de aceptación hacia la estrategia, ya que la consideran diferente y vinculada a procesos de la realidad (Véase Anexo 10,6) y que la misma no se centra en tomar muestras de agua en un determinado sitio para realizar los respectivos análisis, sino que se centra en el trabajo con seres vivos, observables y que despiertan interés.
6. El trabajo realizado permitió a los estudiantes adquirir destrezas y conocimientos científicos propios de las prácticas experimentales realizadas, además, de poder comprobar cuerpos teóricos en un sistema tangible para ellos.
7. El sistema de recirculación mostró un impacto favorable en el agua, ya que este mantuvo controlado el parámetro los niveles de nitrógeno, con lo cual, se pueden controlar las demás variables fisicoquímicas a estudiar,

proporcionado además unas condiciones favorables para el crecimiento del pez guppy.

El crecimiento de nitrógeno a lo largo de 4 día permite evidenciar que existe colonización de bacterias oxidantes del mismo, esto se debe principalmente a la planta empleada, sin embargo, para el acuario sin filtro se estima que dichas bacterias pueden colonizar el acuario en aproximadamente 30 días, aunque para tal tiempo estimado la concentración de nitrógeno aumentará hasta generar un ambiente tóxico para otras especies, esta es la razón principal de que el pez guppy se emplee en madurar acuarios para otros peces que no soportan niveles elevados de nitrógeno tóxico.

8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere para próximas investigaciones distribuir las prácticas de laboratorio de una mejor manera, ya que al realizar diferentes prácticas en conjunto no permite que todos los estudiantes sean partícipes de las mismas, produciendo confusión y un trabajo que no se realiza en cooperación.
- Se recomienda diseñar o indagar sobre diferentes técnicas de análisis para las mismas variables por diferentes métodos, con el fin de que los estudiantes puedan diseñar su propia metodología analítica y alcanzar el nivel investigativo 2 planteado por Chamizo.
- Se recomienda realizar acompañamientos de profundización en análisis de resultados, para que de este modo los estudiantes no se limiten únicamente a construir marcos referenciales que no emplearán.
- Es necesario diseñar actividades que evidencien que los estudiantes realmente conocen los objetivos de las prácticas experimentales.
- Se sugiere el diseño de un sistema para peces koi (*Cyprinus Carpio*), ya que el mismo se considera como una especie que soporta niveles elevados de nitrógeno, sin embargo, no soporta condiciones extremas, además de ser ideales para iniciar con acuarios de peces ornamentales.
Para dicho sistema es necesario que dentro del agua se mantengan peces guppy durante aproximadamente un mes de anticipación, con el fin de evitar la mortalidad de los koi.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Bojaca, R. D. (2015). DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD POR POTENCIOMETRÍ. Bogotá D.C.: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df>
- Cardona Buitrago, F. E. (2013). Las Prácticas de Laboratorio como Estrategia Didáctica. Santiago de Cali. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6772/1/CD-0395428.pdf>
- Chamizo, J. A. (2010). Introducción Experimental a la Historia de la Química. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chaparro Guarín, C., García Lizarazo, E. R., & Ochoca Caicedo, J. P. (2017). MEDICINA ALTERNATIVA VS MEDICINA CONVENCIONAL: ¿QUIÉN TIENE LA RAZÓN? ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE JÓVENES Y ADULTOS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CANCERÍGENAS. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2264/T-E-20581.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clavijo Díaz, A. (2002). Fundamentos de Química Analítica Equilibrio Químico y Análisis Químico. Bogotá D.C.: Universidad Nacional .
- Durango Usuga, P. A. (2015). LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO COMO UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA ALTERNATIVA PARA DESARROLLAR LAS COMPETENCIAS BÁSICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA. Tesis Magistral, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/49497/1/43905291.2015.pdf>
- Fernández, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por Investigación en la enseñanza de la Biología . Florentino.
- Gaitán, M. S. (2004). Determinación de Oxígeno Disuelto por el Método Yodométrico Modificación de Azida. Bogotá D.C.: IDEAM
- Galeano M, M. E. (2004). Diseño de Proyectos en Investigación Cualitativa. Medellín: Universidad EAFIT. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=Xkb78OSRMI8C&printsec=frontcover&dq=investigaci%C3%B3n%20cualitativa%20pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjWkd6L293aAhXSzlkKHdoPBRwQ6AEIQjAF#v=onepage&q&f=false>
- Garriz, A., Gasque, L., & Martínez, A. (2005). Química Universitaria. Pearson.
- Goyenola, G. (2007). Oxígeno Disuelto ¿Qué es y por qué es importante? Red MAPSA. Obtenido de http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf
- Harris, D. C. (2017). Análisis Químico Cuantitativo. California: Reverté S.A.
- Jiménez Vásquez, L. P., & Preciado Pérez, Y. C. (2017). Categoría de Equivalencia para la enseñanza de la estequiometría desde una visión fenomenológica.


- Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/293/TO-20790.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Malagón Sánchez, J. F., Ayala Manrique, M. M., & Sandoval Osorio, S. (2011). El experimento en el aula Comprensión de fenomenologías y Construcción de Magnitudes. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Manriquez, J. A. (s.f.). FAO.org. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S08.htm>
- Merino, O. G., & Sal, F. M. (2007). Sistemas de Recirculación y Tratamiento de Agua. Corrientes: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos CENADAC (Santa Ana- Corrientes).
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estandáres Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional.
- Mondragón Romero, A. M., Torres Mesa, A., Cifuentes Torres, L., Riaño Castillo, E. R., Gómez Ramírez, E., & Hurtado Giraldo, H. (2014). Guía Práctica Para el Levante de Bagre Tigrito (*Pimelodus pictus*) en Sistemas de Recirculación de Bajo Costo. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Montino, M., Petrucci, D., Ure, J. E., Aleman, A., & Pérez, S. M. (2011). UNA PROPUESTA DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO QUE FAVORECE EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS. *Ciência & Educação*, 823-833. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251021295004>
- Moros García, P. J. (2008). Técnicas Analíticas. Madrid
- Moya Peralta, P. A. (2017). La resolución de problemas a través de trabajos prácticos de laboratorio como estrategia para el aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de décimo grado de Educación Media. *Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica*, 41-49.
- Neira Gutierrez, M. A. (2006). DUREZA EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO INDUSTRIAL IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN. ESTUDIO DE CASO: CHILE. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf
- Newmark, A. (1997). BIBLIOTECA DE LA CIENCIA ILUSTRADA QUÍMICA. México: Fernández Editores
- Normas ICONTEC. (2017). Normas ICONTEC 2017. Obtenido de <http://www.normasicontec.org/tag/trabajos-de-grado/>
- Obando Melo, S. M. (2013). Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media. Tesis Magistral, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/10308/1/36758490.2013.pdf>
- Pérez Campillo, Y., & Chamizo Guerrero, J. A. (2013). El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciência Y educação*, 503 - 504. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2510/251028539009.pdf>

- Pineda, J. L. (2006). Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce. Obtenido de <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6465/32865570.pdf>
- Pizaña Abrego, E. (s.f.). Repositorio Digital IPN México. Obtenido de Estequiometría: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/15211/4/Estequiometr%C3%ADa.pdf>
- Raviolo, A., Lerzo, G., & Piovano, N. (2014). Enseñar Estequiometría con Analogías: Desarrollo de una Secuencia Didáctica. Educación en la Química en Línea, 129-142.
- Rodríguez M., C. H. (2007). Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría. Bogotá: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Dureza+total+en+agua+con+EDTA+por+volumetr%C3%ADa.pdf/44525f65-31ff-482e-bbf6-130f5f9ce7c3>
- Rodríguez M., C. H. (2007). NITROGENO TOTAL EN AGUA POR EL METODO SEMI-MICRO KJELDAHL - ELECTRODO DE AMONIACO. Bogotá: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Nitr%C3%B3geno+Total+en+agua+M%C3%A9todo+Kjeldahl+Electrodo+de+Amoniaco.pdf/6eac7192-9d88-41cf-b4f0-7b5332467901>
- RubiStar. (2008). RubiStar. Obtenido de For teachers : <http://rubistar.4teachers.org/index.php?skin=es&lang=es>
- Severiche Sierra, C. A., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Las Prácticas de Laboratorio en las ciencias Ambientales. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 191-205.
- Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2005). Fundamentos de química analítica (Octava ed.). México: THOMSON.
- Solarte, G. C. (2013). ESTANDARIZACIÓN DE TÉCNICAS DE MANEJO PARA LA PRODUCCIÓN DE PECES ORNAMENTALES EN LA CENTRAL PISCÍCOLA COLOMBIANA, VITERBO, CALDAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO, San Juan de Pasto. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89510.pdf>
- Texon, J. O., & Mendoza, M. R. (2015). INOCUBACIÓN BACTERIANA EN EL FRUTO DE CINCO VARIETADES DE FRESA EN LOS SUELOS CON pH CONTRASTANTE. México. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n2/2395-8030-tl-34-02-00177.pdf>
- TiendaAnimal. (2013). Tienda Animal. Obtenido de: <https://www.tiendanimal.es/articulos/ciclo-del-nitrogeno-en-los-acuarios-nuevos/>
- Toro, M. A., & Serrano, E. (2003). Resolución de problemas: Estequiometría y Mapas Conceptuales. Investigación Educativa, 17-20.
- UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. (2015). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Obtenido de Departamento de Matemáticas:

- http://cms.dm.uba.ar/academico/materias/1ercuat2015/probabilidades_y_estadistica_C/tabla_tstudent.pdf
- Vargas Neira, S. D. (2014). *Los trabajos prácticos y el aprendizaje significativo de los parámetros fisicoquímicos de calidad en aceites: una mirada desde la Ingeniería de Alimentos*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/xmlui/handle/123456789/1133>
- Zamora, H. S., Herrera, S. M., Hernández, A. A., & Peña, E. M. (2008). Efecto anabólico y androgénico del esteroide acetato de trembolona en el guppy (*Poecilia reticulata*). Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n3/v39n3a4.pdf>
- Zorrilla, E. G., Mazzitelli, C. A., (2015) Una Propuesta de Trabajos Prácticos de Laboratorio en Física para el ingreso en carreras de Formación Docente. *Revista de Enseñanza de las Física*. Vol. 27. 703-705.
- Zumbado, H. (2002). *Análisis Químico de los Alimentos Métodos Clásicos*. La Habana: Universidad de La Habana. Obtenido de http://www.marcosarizpuro.com/assets/LIBRO_An_lisis_Qu_mico_de_los_alimentos_m_todos_Cl_sicos_.pdf

10. ANEXOS

10.1 Anexo No. 1: Instrumento No. 1

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química Licenciatura en Química		
Instrumento No. 1 recolección de información para desarrollo de trabajo de grado.		
Nombre:		Fecha:
¿Cuántas veces ha cursado este espacio académico?		
Asignatura: Métodos de Análisis Químico I Grupo:	Asesora: Dora Luz Gómez Aguilar Investigadores: Giomar Pinilla- Enrique Restrepo	

Objetivo:

- Recolectar información respecto a cómo los estudiantes articulan los cálculos estequiométricos con las técnicas de análisis volumétricos y dan solución a diferentes problemas.

Lea el siguiente texto y resuelva:

“Una breve historia de la piscicultura”

La acuicultura se define en el artículo 12 del decreto 3930 del 2010 como “(...) aquellas actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas donde se desarrollan estas actividades”. La acuicultura dio origen a la piscicultura, la cual se encarga de las actividades anteriores específicamente en peces.

La piscicultura data aproximadamente de los años 2000-1000 a.C. en la antigua China y Egipto, la misma se llevaba a cabo en el hábitat natural del pez, se capturaban los peces endémicos del sitio o cuerpo de agua, ríos, mares, lagos y lagunas, no se realizaban cultivos en cautiverio.

En Francia hacia el siglo XIV se inician las intervenciones humanas para realizar fecundaciones artificiales con el propósito de producir truchas en cautiverio, aunque el proceso para la obtención tardó cerca de 3 siglos (Rueda González, 2011. p. 9-10).

En Colombia la piscicultura inicia durante de la década de los 40's, no obstante, por falta de infraestructura el proceso resulta lento y no es sino 20 años más tarde que se empieza a incentivar, regular y normativizar esta práctica en el país. La

piscicultura inicia en Colombia con la pesca en el hábitad natural de los peces y se encamina al cultivo en cautiverio (Parrado Sanabria, 2012).

Una de las tecnologías de producción en cautiverio, consta de diseñar estanques artificiales donde se regula el crecimiento del pez, manteniendo el control de la cantidad de alimento, agua y población de peces, con el fin de evitar la reproducción y sobrepoblación en los estanques (Balbuena Rivarola, 2011), puesto que la sobrepoblación influye con las variables fisicoquímicas del agua generando así bajos niveles en calidad del producto a comercializar. Sin embargo, la mayoría de los sistemas genera un desperdicio de agua puesto que es necesario el desplazamiento de la misma a los estanques artificiales y, además, la oxigenación se da por procesos de caída de agua desde el efluente hídrico.

Durante este desalojo de agua se remueven agentes químicos propios del ecosistema artificial, que generan contaminación por escorrentías, propiciando así alteraciones en los ecosistemas naturales. Por otra parte, si tales contaminantes no son removidos del estanque, tienden a acumularse atentando contra el crecimiento, desarrollo y vida de los peces.

Tal problemática permite el desarrollo de tecnologías alternativas que contemplen la preservación de ambientes naturales y la producción de peces en cautiverio, una de las alternativas son los sistemas de recirculación.

Los sistemas de recirculación se definen como un sistema cerrado que recicla el agua con un tratamiento biológico con el fin conservar el recurso hídrico. El reciclaje consta principalmente de reducir la concentración de contaminantes tóxicos para las especies acuáticas, como lo es amoníaco, el cual resulta de los desechos fecales de los peces. Para eliminar tal contaminante el sistema propone su oxidación hasta nitratos, que resultan significativamente menos tóxicos.

Haciendo uso de los sistemas de recirculación se reduce la dureza del agua, se mantiene un pH constante para cada especie y permite la oxigenación del estanque sin desperdiciar ni presentar pérdidas significativas de agua.

Para iniciar un sistema de recirculación industrialmente, es necesario contar con un agua madura, definiendo la misma como un agua en la cual ya han habitado especies acuáticas y han generado unas condiciones fisicoquímicas óptimas su supervivencia. Tradicionalmente se emplean peces guppy (*Poecilia reticulata*) como una especie clave para la maduración.

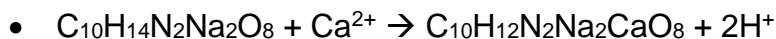
El uso del pez se debe principalmente a que soporta condiciones extremas de pH:7,5, temperatura: 25°C, dureza, alcalinidad superior a las 300ppm CaCO₃, nitrógeno (según la temperatura y pH, el 2.35% de nitrógeno total será tóxico para la especie) y oxígeno disuelto, además, su alimentación resulta económica puesto

que, el pez se alimenta de huevo y larvas de zancudos portadores de enfermedades, evitando la proliferación de los mismos.

Considere:

Usted es un profesor de análisis químico de la Universidad Pedagógica Nacional, lo han seleccionado desde el Ministerio de Ambiente para realizar un análisis con el fin de determinar las variables fisicoquímicas de un sistema de recirculación situado en Restrepo – Meta, donde se realiza la producción y comercialización del pez guppy. Se le solicita realizar una prueba de dureza cálcica, nitrógeno total (Método Kjeldahl), oxígeno disuelto y alcalinidad. ¿Qué puede decir respecto a las condiciones en las que se cultivan los peces? ¿Qué haría usted para adaptar las condiciones en busca de mejorar la calidad de vida del pez?

1. Se valoran 25mL de una muestra de la laguna, la cual fue amortiguada a un pH 10 (pH óptimo para formar el complejo del EDTA con calcio), con una solución de EDTA 0,00975 M, empleando N.E.T. como indicador. Sí se gastan 17,3 mL de EDTA ¿Cuántas partes por millón (mg/L) de calcio hay en la muestra?



2. Durante su análisis usted se percata que olvido estandarizar el ácido clorhídrico 0.1N para la determinación de nitrógeno total, así que tiene un ácido de concentración desconocida. Para hallar la concentración del ácido usted maso 0,1935g de Hidróxido de Sodio, y aforo a 50 mL. Titulo 10 mL de ácido clorhídrico (por triplicado) contra la solución anterior gastando los siguientes volúmenes hasta el viraje del indicador:

Vol. HCl (mL)	Vol. NaOH Gastado (mL)	Normalidad HCl
10	11,1	
10	10,9	
10	10,7	

Determinar la concentración N del hidróxido de sodio (PF: 40 g/eq; n: 1) y la concentración N del HCl.



3. Al llegar al sitio del cuerpo hídrico se recolectó una muestra de 25 mL con el fin de determinar el porcentaje de nitrógeno total presente en la laguna,

después de la digestión y destilación, el destilado se recogió en 20 mL de ácido bórico 4%.

El producto obtenido se valoró con ácido clorhídrico estandarizado en el punto anterior, consumiendo 35,4 mL. Determine el porcentaje (% m/v) de amoníaco en la muestra problema.


- $\text{NH}_3 + \text{HBO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{BO}_3$
 - $\text{NH}_4\text{BO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{HBO}_3$
4. En la determinación de la alcalinidad de una muestra de 25mL de agua, se encontró un pH de 6,75.

A la muestra se le agregan unas gotas de naranja de metilo como indicador del punto final de la valoración, a continuación, se tituló con ácido sulfúrico 0,0206N hasta el viraje (amarillo-rojo). Si se consumen 3,25mL, ¿Cuál es la concentración en ppm de CaCO_3 ?

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$

Agradecemos su participación en la elaboración de nuestro proyecto de grado, por lo cual solicitamos de manera atenta la prueba sea resuelta en su totalidad y de la forma más objetiva posible.

10.2 Anexo No. 2: Instrumento No. 2

Universidad Pedagógica Nacional Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de Química Licenciatura en Química					
Instrumento No. 2 recolección de información para desarrollo de trabajo de grado.					
Nombre:				Fecha:	
¿Cuántas veces ha cursado este espacio académico?			1	2	3
Asignatura: Métodos de Análisis Químico I Grupo:			Asesora: Dora Luz Gómez Aguilar Investigadores: Giomar Pinilla- Enrique Restrepo		

Buen día, el presente instrumento tiene como objetivo recolectar información respecto a cómo los estudiantes articulan los cálculos estequiométricos con las técnicas de análisis volumétricas y dan solución a diferentes problemas. La información recolectada se empleará con fines educativos en el marco de la realización del trabajo de grado de los investigadores.

Lea atentamente:

Usted es un profesor de análisis químico de la Universidad Pedagógica Nacional, lo han seleccionado desde el Ministerio de Ambiente para realizar un análisis con el fin de determinar las variables fisicoquímicas de una pecera que dispone de un sistema de recirculación, donde se realiza un proyecto de investigación con el pez guppy. Para iniciar usted ajusto a 10 el pH de una muestra de 25 mL, posteriormente la valoró con una solución de EDTA 0,00975M empleando N.E.T. como indicador del punto final. Sí la muestra consumió 17,3 mL de la solución acomplejante ¿Cuál será la _____ en ppm de CaCO₃?



Durante su análisis usted se percató que olvido estandarizar el ácido clorhídrico 0.1N para la determinación de nitrógeno total, así que tiene un ácido de concentración desconocida. Para hallar la concentración del ácido usted masó 0,1935g de Hidróxido de Sodio, y aforó a 50 mL. Tituló 10 mL de ácido clorhídrico

(por triplicado) contra la solución anterior gastando los siguientes volúmenes hasta el viraje del indicador:

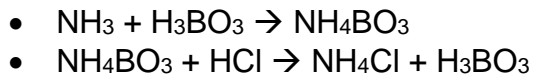
Vol. HCl (mL)	Vol. NaOH Gastado (mL)	Normalidad HCl
10	11,1	
10	10,9	
10	10,7	

Determinar la concentración normal del hidróxido de sodio (PF: 40 eq/g; n: 1) y la concentración normal del HCl.



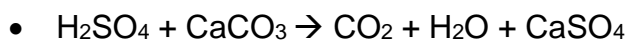
Nuevamente, de la pecera usted recolectó 25 mL de muestra con el fin de determinar la cantidad de nitrógeno total, producto de las heces fecales de los peces y el alimento no consumido, después de la digestión y destilación, el destilado se recogió en 20 mL de ácido bórico 4%.

El producto obtenido se valoró con ácido clorhídrico estandarizado en el punto anterior, consumiendo 35,4 mL. Determine la concentración en ppm de nitrógeno en la muestra problema. ¿Qué método se emplea para dicha determinación?



Para la última prueba realizada usted tomó 25mL de la muestra y midió el pH, encontró un valor de 6,75.

A la muestra se le agregaron unas gotas de naranja de metilo como indicador del punto final de la valoración, a continuación, se tituló con ácido sulfúrico 0,0206N hasta el viraje (amarillo-rojo). Sí se consumen 3,25mL, ¿Cuál es la concentración en ppm de CaCO_3 ?



Además, usted evidenció que la mayoría de los peces se encontraban casi inmóviles, cerca del 70% se encontraba en la superficie del acuario, ¿A qué parámetro fisicoquímico usted asocia este comportamiento? ¿Qué prueba o pruebas realizaría? ¿Por qué? ¿Cómo?

¿Qué puede decir respecto a las condiciones en las que se cultivan los peces?
¿Qué haría usted para adaptar las condiciones en busca de mejorar la calidad de vida del pez?

¿Cuál ha sido el factor que motivo su participación en el trabajo de grado titulado: *Sistema de recirculación en agua de pecera: Una propuesta para potenciar el aprendizaje de la estequiometría a través de las técnicas de análisis químico?*

Agradecemos su participación en la elaboración de nuestro proyecto de grado, por lo cual solicitamos de manera atenta la prueba sea resuelta en su totalidad y de la forma más objetiva posible.

10.3 Anexo No. 3: Registro Fotográfico Acuarios



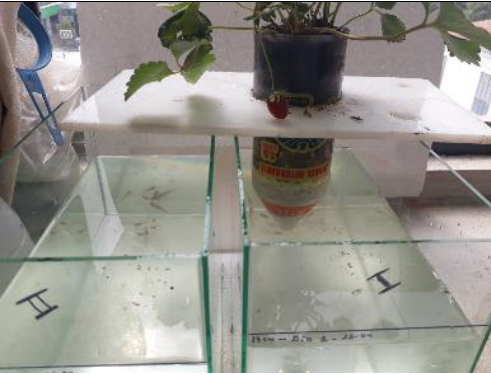



Registro Fotográfico Acuarios:	
 <p>Imagen No. 1: Acuarios en el Laboratorio</p>	 <p>Imagen No. 2: Sistema de Recirculación</p>
 <p>Imagen No. 3: Población de Peces</p>	 <p>Imagen No. 4: Pez Guppy</p>
 <p>Imagen No. 5: Acuarios día 12</p>	 <p>Imagen No. 6: Acuarios día 7</p>



Imagen No. 7: Montaje Sistema de Recirculación



Imagen No. 8: Masaje de los Peces

10.4 Anexo No. 4 Registro Fotográfico Implementación de la Propuesta:

Registro Fotográfico Implementación Propuesta de Enseñanza:



Imagen No. 1: Presentación Oxígeno Disuelto



Imagen No. 2:
Implementación Instrumento No. 1



Imagen No. 3: Presentación Dureza Total

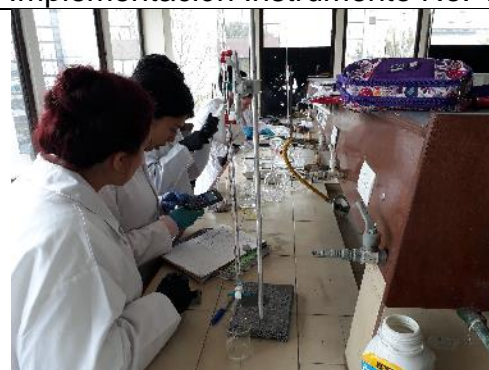


Imagen No. 4: Práctica de Laboratorio No. 1



Imagen No. 5: Práctica de Laboratorio No. 1



Imagen No. 6: Implementación Instrumento No. 1

10.5 Anexo No. 5 Registro Fotográfico Prácticas de Laboratorio

Registro Fotográfico Prácticas de Laboratorio:



Imagen No. 1: Dureza Día 0



Imagen No. 2: Destilación Kjeldahl



Imagen No. 3: Determinación de pH	Imagen No. 4: Digestión Kjeldahl
 <p>Imagen No. 5: Masa de Alimento</p>	 <p>Imagen No. 6: Explicación Kjeldahl</p>

10.6 Anexo No. 6 Registro Fotográfico Trabajo y Opinión de Participantes

Registro Fotográfico: Trabajo de Los participantes de los Participantes	
7	<p>f) El factor que motivó la participación fue la estrategia para el análisis del agua, ya que no solamente fue la recolección de agua de algún lugar, sino que fue un "cultivo propio" con interacción de seres vivos, que por otra parte, se aprendió un poco de ellos. Otra cosa por resaltar fue que el tema es algo nuevo para mí y me interesó la forma como se realizó, desde el agua (tipo) hasta el sistema de recirculación / acuaponía.</p> <p>→ Es una buena estrategia de enseñanza, gracias!</p>
Imagen No. 1: E19	
7	<p>El factor que motivó mi participación es que a medida que se van desarrollando las temáticas de clase, se van aplicando teoría a algo real y observable. Además que me ha permitido aprender con mayor facilidad y me ha enseñado cosas y temáticas de cursos anteriores que no había logrado comprender.</p>

Imagen No. 2: E23

Semanas y a su vez de...
c) Porque el trabajo que se está realizando está vinculado desde la biología y la química, monitoreando e indagando sobre las condiciones óptimas de la especie y los compuestos que afectan directamente la preservación de los Guppy. Además que como estudiantes de licenciatura en química podríamos abordar los conocimientos y parámetros químicos para cuidar muchos animales, incluso estudiar el funcionamiento de un ecosistema en general.

Imagen No. 3: E15

¿Cuál ha sido el factor que motivo su participación en el trabajo de grado?
Principalmente fue el gusto por los animales, pero a medida que fuimos avanzando me di cuenta que existen otras maneras de aprender un tema sin necesidad de una clase magistral, y el aprendizaje fue más significativo. Además la dinámica de los laboratorios era muy agradable.

Imagen No. 4: E16

* mejorar el aprendizaje de las técnicas de análisis químico tradicional, específicamente relaciones en cálculos estequiométricos. Con los parámetros determinantes en los análisis.

Imagen No. 5: E18