

QUÍMICA A MICROESCALA COMO UNA ESTRATEGIA PARA FAVORECER LA
PROMOCIÓN ACTITUDINAL HACIA LOS MÉTODOS DE LAS CIENCIAS.

SARA XIMENA PINZÓN GIRALDO
JUAN DIEGO LEGUIZAMO ARIAS

Director. Mg. Diego Alexander Blanco Martínez.
Grupo Didáctica y sus ciencias. Línea
Incorporación de la educación ambiental al
currículo de ciencias.

Codirectora Dra. Yolanda Ladino Ospina. Grupo
Didáctica y sus ciencias. Línea La evaluación
como una forma de aprender en ciencias.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
2024

**QUÍMICA A MICROESCALA COMO UNA ESTRATEGIA PARA FAVORECER
LA PROMOCIÓN ACTITUDINAL HACIA LOS MÉTODOS DE LAS CIENCIAS**

SARA XIMENA PINZÓN GIRALDO
JUAN DIEGO LEGUIZAMO ARIAS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA Y
LICENCIADO EN QUÍMICA

DIRECTOR

DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTINEZ
Magister en Ciencias Químicas

CODIRECTORA

YOLANDA LADINO OSPINA
Doctora en Educación

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
2024

Agradecimientos

La culminación de este trabajo de grado no hubiera sido posible sin el apoyo, la colaboración y el cariño de muchas personas, a quienes quiero expresar todo mi agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer a Juan Di, mi compañero de tesis y amigo. Más que un amigo, ha sido como un hermano para mí. Su apoyo incondicional, su amabilidad y su dedicación han sido piezas clave para desarrollar este trabajo y consolidarme como persona. Hemos compartido numerosas horas de estudio, discusiones y esfuerzo. Tenerlo en este proceso ha sido una constante motivación y fortaleza para mí. Gracias Juandi, por siempre estar ahí, por tu paciencia y por creer tanto en el proyecto como en mí.

En segundo lugar, quiero agradecer al profe Dieguito, por su orientación, paciencia y dedicación a lo largo del desarrollo de este trabajo. Gracias profe por cada una de las risas, enseñanzas y charlas a lo largo de mi carrera.

En tercer lugar, agradezco a mi familia, especialmente a mi mamá por cada esfuerzo y porque cuando sentí que no podía ella me dio la fortaleza para no rendirme. Agradezco mi tía Erika, a mi tía Mónica y a mi abuela, su apoyo emocional y financiero han sido una base sólida sobre la cual he podido construir este logro.

De manera muy especial quiero expresar mi gratitud a Zaira y a Daniel. Su amor, apoyo incondicional y constante ánimo han sido un pilar importante en este proceso. Gracias por las palabras de aliento, por las visitas a veces sorpresa que alegraban mis días y por estar siempre disponibles para escucharme y aconsejarme.

Quiero agradecer a Marce por ser parte de este proceso, tu amor, apoyo y comprensión han sido una fuente de fortaleza y motivación, gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino, por tu paciencia en los momentos de estrés y por tus palabras que me levantaban el ánimo.

Agradezco también al Doctor Casas, a la profe Yolanda, al profe Rodrigo y a la profe Deisy, por cada una de las enseñanzas y apoyo que han sido esenciales para mi formación, no solo como docente sino como persona.

Por último, quiero agradecer a César, Efraín y a Juana. Aunque no nos vemos con frecuencia su amistad incondicional significa mucho para mí. Gracias por el apoyo, el amor, la comprensión, por las palabras de aliento y por los momentos compartidos que siempre me llenan de alegría. Su amistad ha sido un ánimo constante en este camino.

Sara Pinzón

Agradecimientos

A Dios principalmente, sin Él nada sería posible.

A mi madre, Gloria Leguizamo, quién incansablemente estuvo apoyándome en todo lo que necesité y siempre fue mi motor para no rendirme.

Al profesor Diego Alexander Blanco, por ser un docente ejemplar, guía y amigo.

A Sara Pinzón, quien, a través de todos estos años, me ha permitido encontrar una hermandad inigualable contribuyendo a mi desarrollo personal y profesional.

A mi pareja Natalia Noguera, quien con su apoyo, amor, acompañamiento y sugerencias me permitieron continuar en momentos difíciles.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por brindarme la oportunidad de acceder a una educación gratuita y de calidad.

A mis abuelitas, Mercedes Chaparro y Alejandrina Arias y demás familiares, quienes con sus oraciones me mantuvieron en pie todo este tiempo.

A mis amigos Santiago Prieto y Sebastián Meneses quienes estuvieron dispuestos todo el tiempo para brindarme su apoyo.

A los profesores Yolanda Ladino Ospina, Jaime Augusto Casas, Deisy Baracaldo y Rodrigo Rodríguez quienes contribuyeron de forma significativa para mi formación personal y profesional.

Al personal de laboratorio particularmente Mercy Viasus y Andrés Madrid y al personal de aseo, quienes siempre estuvieron dispuestos para prestar su ayuda de la mejor forma.

A demás familiares y amigos que estuvieron presentes en este proceso.

Muchas Gracias

Juan Diego Leguizamo.

Índice	
Introducción.....	3
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.1 Justificación.....	5
1.2 Planteamiento del problema.....	8
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Referentes Conceptuales	15
2.2.1 Actitud hacia los métodos de la ciencia.....	15
2.2.2 Aprendizaje basado en proyectos.....	18
2.2.3 Trabajos prácticos de laboratorio.....	21
2.2.4 Química a microescala	22
2.2.5 Microelectrodos	22
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1 METODOLOGÍA.....	26
3.2 Tipo de investigación.....	26
3.3 Participantes de la investigación	27
3.4 Diseño metodológico	27
3.4.1 Fases de la investigación y fuentes de recolección de la información...27	
3.5 Descripción de la metodología extendida.....	30
3.5.1 Construcción instrumentos a microescala	30
3.5.2 Calibración de microelectrodo	33
3.5.3 Construcción de microbureta	34
3.5.4 Construcción microagitador	34
3.5.5 Implementación del guion de TPL y COCTS	34
3.5.6 Diario de campo	36
3.5.7 Validación del guion de TPL	36
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
4.1 Resultados	39
4.2 Análisis de resultados	45
4.3 Componente conceptual.....	49
4.4 Componente procedimental	52
4.5 Componente actitudinal.....	55
4.6 Conclusiones.....	59
4.7 Recomendaciones.....	61
Referencias	62
ANEXOS	65

Lista de tablas

Tabla 1. Modelo para la cuantificación de respuestas COCTS.....	18
Tabla 2. Aprendizaje tradicional vs ABP.	19
Tabla 3. Caracterización del rol del docente y del estudiante en el enfoque ABP.	20
Tabla 4. Especificaciones de las afirmaciones del cuestionario COCTS.	28
Tabla 5. Estructura guion TPL y criterios de análisis.	35
Tabla 6. Rúbrica de evaluación guion de TPL.	38
Tabla 7. Datos estadística de calibración para el microelectrodo.	41

Lista de Figuras

Figura 1. Características de la química a microescala. Tomado de Baeza (2006).	6
Figura 2. Resumen de métodos electroanalíticos. Tomado y adaptado de Skoog et al. (2017).....	24
Figura 3. Fases metodológicas de la investigación. Elaboración propia.....	30
Figura 4. Representación de la electrodeposición. Elaboración propia.	31
Figura 5. Datos para la calibración del microelectrodo. Elaboración propia	34
Figura 6. Índices actitudinales globales ponderados pre y post test.	40
Figura 7 Curva de calibración. Elaboración propia.	41
Figura 8. Curva potenciométrica generada por el equipo a microescala. Elaboración propia.	42
Figura 9. Curva potenciométrica generada por el equipo estándar. Elaboración propia.....	43
Figura 10. Concentración de cloruros por parte de los profesores en formación...	44
Figura 11. Red componente conceptual. Elaboración propia.	50
Figura 12. Desempeño de los profesores en formación para el componente conceptual. Elaboración propia.....	51
Figura 13. Red componente procedimental. Elaboración propia.	54
Figura 14. Desempeño de los profesores en formación para el componente procedimental. Elaboración propia.	55
Figura 15. Desempeño de los profesores en formación para el componente actitudinal. Elaboración propia.....	56
Figura 16. Red componente actitudinal. Elaboración propia.....	57
Figura 17. Índices actitudinales medios por cuestión pre y post test.	58

Lista de Anexos

Anexo 1. Guion de TPL.....	65
Anexo 2. Rúbrica de validación TPL.	81
Anexo 3. Consentimiento informado	67
Anexo 4. Diario de campo.....	67
Anexo 5. Tabla estadística de calibración microelectrodo.	72
Anexo 6. Electrodo de referencia UPN.	72
Anexo 7. Tratamiento matemático primera y segunda derivada método a microescala.....	73
Anexo 8. Tratamiento matemático primera y segunda derivada método estándar	73
Anexo 9. Modelo químico matemático micro escala.	77
Anexo 10. Modelo químico matemático escala estándar.....	78
Anexo 11. Curvas obtenidas por los PF5-6 y PF16-18 respectivamente.....	79
Anexo 12. Datos microtitulación potenciométrica y estandarización AgNO ₃	80
Anexo 13. Datos titulación potenciométrica escala estándar.....	80

Introducción

En la búsqueda constante por comprender y aprovechar las propiedades de la materia, la química ha evolucionado desde los inicios de la humanidad hasta convertirse en una disciplina indispensable para el desarrollo de la sociedad. En el mundo contemporáneo la química se expande hacia dimensiones aún más diminutas: la química a microescala y la nanoescala. Este campo ha revolucionado la comprensión de las reacciones, interacciones moleculares y atómicas y los métodos de análisis químico.

Este trabajo se enfocó en emplear la química a microescala mediante un guion de trabajo práctico de laboratorio (TPL) orientado desde el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y las técnicas electrométricas en específico la potenciometría como base fundamental para el diseño y construcción de material a microescala que permita el desarrollo de una técnica instrumental analítica, sin depender de la disponibilidad de un laboratorio sofisticado, con el fin de analizar la progresión actitudinal hacia los métodos de las ciencias de un grupo de estudiantes del espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II ofertado en el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) .

De acuerdo con lo anterior el documento se estructura de la siguiente forma: En el capítulo 1 se expone el problema de investigación en donde se tienen en cuenta las actitudes hacia los métodos de las ciencias por parte de los estudiantes, su relación con los TPL, la aplicación de métodos a microescala orientados desde un enfoque ABP y las dificultades de aprendizaje de algunos conceptos asociados a la electroquímica, en particular los relacionados con la técnica potenciométrica. Con respecto a lo anterior, se propone la pregunta orientadora de la investigación, se formulan los objetivos y se consolida el aporte del trabajo a la línea de investigación correspondiente.

El capítulo 2 abarca una revisión bibliográfica de los componentes didácticos y disciplinares que soportan el trabajo de investigación, considerando los conceptos relacionados en el trabajo de grado, a saber: química a microescala, trabajos prácticos de laboratorio, aprendizaje basado en proyectos, el concepto de actitud, métodos electroanalíticos y reacciones de óxido-reducción.

En el capítulo 3 se describe la metodología del trabajo, dividida en tres fases: inicial, intermedia y final. En la fase inicial se hace un diagnóstico de las actitudes hacia los métodos de las ciencias por medio del cuestionario COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad). La fase intermedia constituye el diseño de un guion de TPL y su aplicación.

Por último, en la fase final se implementa de nuevo el cuestionario COCTS y se compara con la percepción actitudinal inicial presentada por los estudiantes, se realizó el respectivo análisis de las actitudes iniciales y finales para determinar si estas se favorecieron tras la implementación del TPL, adicionalmente se realizó un análisis para determinar el aporte del TPL a los componentes conceptual y procedimental.

Por su parte en el capítulo 4 se exponen los resultados obtenidos en cuanto a la percepción de los profesores en formación hacia los métodos de la ciencia mediante un cuestionario COCTS aplicado antes y después de la implementación de un guion de TPL. Además, se muestran las curvas de titulación obtenidas mediante el uso de las técnicas de microescala y las técnicas analíticas convencionales y se muestra el análisis de la progresión actitudinal de los profesores en formación.

Por último, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones de la investigación y algunas recomendaciones a tener en cuenta para futuras implementaciones del TPL.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Justificación

En un mundo en constante transformación, impulsado por los rápidos e intensos avances en la ciencia y la tecnología, se requiere de una educación que no solo responda a conocimientos teóricos, sino que también promueva el desarrollo de actitudes científicas que permitan a los licenciados en formación enfrentarse a los desafíos sociales desde un enfoque científico y adaptarse a las dificultades socioeconómicas culturales y ambientales en el ámbito educativo.

La Universidad Pedagógica Nacional se ha comprometido desde su misión y visión a construir y difundir conocimiento en los campos educativos, pedagógico y didáctico, en relación con el programa de licenciatura en química se busca la formación de profesionales docentes que promuevan y lideren procesos investigativos desde una perspectiva sustentable, proactiva y respetuosa del ambiente, en ese sentido el espacio académico Sistemas Físicoquímicos II hace parte del ciclo de profundización para la formación de un licenciado en química quien en su quehacer docente debe interpretar y presentar alternativas para estudiar diferentes fenómenos de la naturaleza.

En relación con lo anterior, una de las áreas temáticas es el equilibrio químico en donde se abordan temas como las celdas electroquímicas, potenciales de electrodo, reacciones de óxido-reducción, entre otras. El guion de TPL orientado hacia la química a microescala permite abordar las temáticas y ofrecer una alternativa didáctica para el desarrollo de las prácticas de laboratorio en contraste con los espacios experimentales convencionales.

En ese sentido, el desarrollo de los TPL enriquece y estimula el proceso de aprendizaje en ciencias, ya que permite a los estudiantes cuestionar sus conocimientos previos y confrontarlos con la realidad. Además, involucra a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje al poner en práctica y verificar los conocimientos adquiridos. Es importante comprender que las actividades experimentales no deben considerarse únicamente como una herramienta para apropiarse del conocimiento, sino como un recurso que fomenta el logro de objetivos en términos actitudinales, conceptuales y procedimentales, tal como se espera de cualquier enfoque pedagógico (López y Tamayo, 2012).

Por lo anterior y de acuerdo con la justificación del espacio académico que establece distintas competencias en donde se tiene en cuenta la implementación de actividades experimentales en correspondencia con la naturaleza del trabajo

científico en ciencias en general y de química en particular, tal como lo exponen Gallego, Badillo, Pérez y Moreno (2015):

La química es una ciencia experimental, para su formación es común el empleo del trabajo experimental, no obstante, en algunas ocasiones se considera que los resultados que este aporta para el cambio conceptual no son significativos, ya que en la mayoría de los casos solamente favorece la adquisición de ciertas destrezas de manipulación en vez de formar realmente al estudiante en las actitudes propias del trabajo científico. (p. 213)

La implementación del mencionado TPL se realizó haciendo uso de material didáctico basado en el ABP y la química a microescala, ya que esta permite por su bajo costo, idear y proponer materiales para la actividad experimental desde la cotidianidad. Estas características son altamente consideradas en un país como Colombia en el que se tiene limitaciones en los presupuestos dedicados a la educación, y en las instalaciones adecuadas para su funcionamiento como laboratorios tradicionales (García, 2005). Además, la química a microescala ha

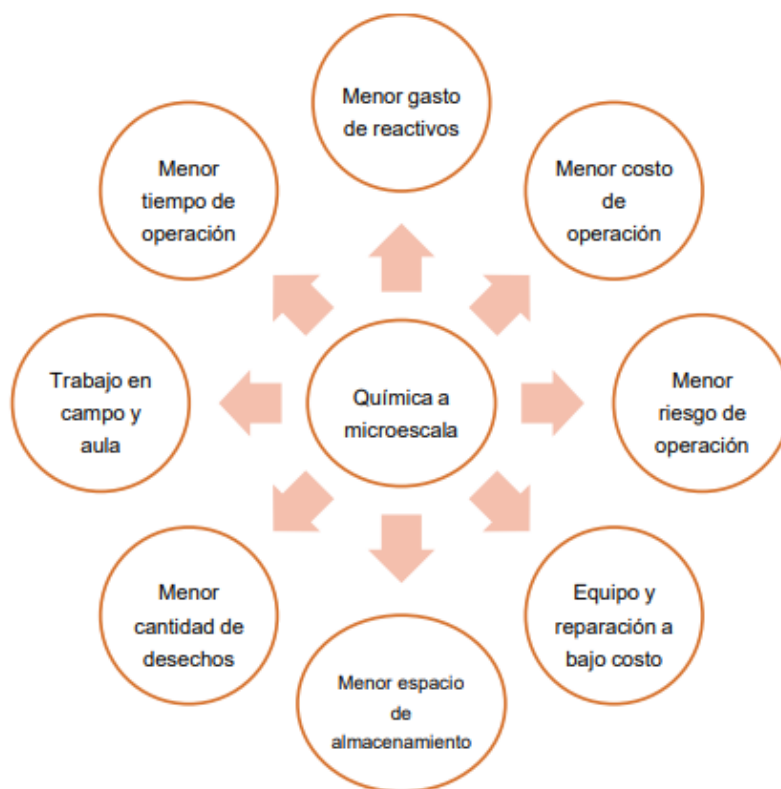


Figura 1. Características de la química a microescala. Tomado de Baeza (2006).

demostrado múltiples ventajas y utilidad en los aspectos que se describen en la figura 1.

En ese orden de ideas, se construyó material a microescala que permitió a los estudiantes comprender la naturaleza del fenómeno de óxido-reducción que ocurre en la interfase disolución-electrodo, que implica el transporte de carga y masa producto de la interacción de dos o más especies químicas y que puede ser medida a través de métodos electrométricos; sin necesidad de equipos costosos y empleando instrumentos de fácil elaboración.

Como enfoque alternativo este proyecto se justifica mediante el plan de área del espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II:

- Alternativa didáctica: La construcción de material a microescala permite al docente abordar prácticas experimentales mediante un contexto cotidiano en donde el estudiante pueda evidenciar que la química no se desarrolla netamente en un espacio de laboratorio convencional, por el contrario, puede hacer uso de dicho material como alternativa didáctica asociada a la enseñanza de las ciencias y de la Química en particular.
- Reconstruir conceptos científicos: La construcción de un microelectrodo de referencia requiere una comprensión de conceptos químicos como: una introducción a la electroquímica, al equilibrio químico redox, potencial de electrodos y la preservación del medio ambiente.
- Valorar la ciencia y la tecnología: La construcción de material a microescala permite a los estudiantes apreciar el papel de la ciencia y la tecnología en la creación de estas herramientas que facilitan la experimentación.

Por tanto, se espera que con la implementación de un guion de TPL basado en la microescala y orientado desde el ABP se promuevan en el estudiante tendencias actitudinales adecuadas hacia el aprendizaje de la química y los diversos métodos que se emplean en la misma. Tal como proponen Vázquez y Manassero (como se citó en García y Orozco, 2006) “la educación de las actitudes puede ser una buena herramienta para la alfabetización científica de los estudiantes” (p.63), es por esto por lo que en el desarrollo del proceso educativo se debe buscar promover un cambio positivo en las actitudes tanto de los docentes como de los estudiantes.

Considerando que el licenciado debe proponer e indagar prácticas de laboratorio en contexto, se requiere modificar las prácticas experimentales, donde, sin dejar de lado la rigurosidad científica, sigan cumpliendo sus objetivos en el marco del desarrollo conceptual, procedimental y actitudinal.

Por eso, se propone la química a microescala como una variante a las metodologías clásicas de enseñanza-aprendizaje de la química, donde los procesos se empiecen a centrar en el estudiante y la capacidad que pueda desarrollar para resolver problemas según las herramientas disponibles.

1.2 Planteamiento del problema

Los TPL en la clase de química promueven el desarrollo de habilidades procedimentales y la oportunidad de contrastar los referentes teóricos que soportan un diseño experimental. En función de lo anterior los TPL tienen como objetivo “entre otras cosas, promover actitudes científicas, comprender cómo funciona la ciencia y cómo trabajan los científicos, desarrollar competencias técnicas, promover el razonamiento práctico, proporcionar aspectos ilustrativos de conceptos y desarrollar las funciones investigativas, teóricas y prácticas” (Aponte, Aguilar y Austin, 2013, p.4). Estas son algunas de las cualidades que caracterizan el trabajo experimental.

El problema de la falta de correlación entre la teoría y la práctica radica en la diferenciación que hay entre la clase y el trabajo práctico, como lo expresan López y Tamayo (2012)

La actividad experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. (p.148)

La directriz ministerial número 67 expedida en el 2015 y fundamentada en la ley 715 del 2001, menciona las precauciones y recomendaciones conforme a la normatividad vigente con relación a la construcción y uso de los laboratorios de química y física en las instituciones educativas. La norma establece que todas las instituciones educativas que cuenten con laboratorios de química deben tener un protocolo de seguridad y desechos de los residuos químicos; en el apartado 8 denominado normatividad sobre manejo integral de residuos peligrosos expone:

El laboratorio de Química genera residuos químicos, algunos de ellos considerados peligrosos, cuyo manejo y disposición está sujeto al cumplimiento de normas específicas, ya que representan un riesgo para la salud de la comunidad educativa, el personal de recolección de residuos y de la comunidad en general, además del riesgo ambiental que de ellos se genera. (p.61)

De acuerdo con lo anterior, es relevante traer a colación la utilidad que puede presentar la química a microescala: En primera instancia, se logra mejorar la calidad del aire en los laboratorios, dado que disminuye considerablemente la presencia de vapores provenientes de los disolventes. Además, se observa una gran disminución en los accidentes de laboratorio relacionados con los reactivos (corrosivos, inflamables o explosivos) y en caso de que ocurran, su gravedad es mucho menor en comparación con los métodos convencionales. En cuanto a la salud, hacer uso de la microescala reduce los riesgos originados por la exposición a compuestos irritantes, cancerígenos, tóxicos y mutagénicos, beneficiando así al personal del laboratorio y al medio ambiente. Adicionalmente la microescala contribuye significativamente a la preservación del medio ambiente al reducir la producción de desechos químicos. Esto no solo minimiza los desechos provenientes de los residuos, sino que también disminuye los costos asociados al manejo y tratamiento de estos.

Por último, aunque los equipos de microescala pueden tener un costo inicial más alto en comparación con los convencionales, se espera que este disminuya con el tiempo debido al aumento en la demanda y la competencia entre los fabricantes. Además, estos equipos son menos frágiles y ofrecen una mayor resistencia mecánica, lo que también contribuye a la reducción de costos de operación en los laboratorios (Maneiro, 1997).

Desde una perspectiva didáctica también hay múltiples ventajas ya que, a pesar de requerir técnicas especiales, estas no son más difíciles de aprender que las convencionales, y en algunos casos son más sencillas. Además, se amplía la gama de experimentos posibles al permitir el uso de reactivos costosos en menores proporciones fomentando la precaución en el manejo de sustancias químicas y reduciendo las pérdidas; la mayoría de los fenómenos observables en experimentos convencionales pueden replicarse en microescala. Se ahorra tiempo debido a la velocidad de reacción y la posibilidad de realizar análisis rápidos. También se reduce el tiempo requerido para operaciones mecánicas y purificación de productos y el tiempo disponible se puede invertir en actividades de aprendizaje más significativas. En conjunto, estos factores aumentan la autoconfianza y la satisfacción del alumno en el proceso de aprendizaje (Maneiro, 1997).

En ese sentido, es pertinente ofrecer una alternativa para las prácticas de laboratorio que se llevan a cabo en las instituciones educativas, en este caso con los estudiantes del espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II haciendo uso de materiales cotidianos en donde se adapte la química a microescala para atender al desarrollo de competencias y habilidades en ciencias; adicionalmente con estas modificaciones se busca que la experimentación en química se entienda como un espacio de construcción de conocimiento y no se limite su uso dada la falta de

reactivos e instrumentos de uso convencional en laboratorios. Por consiguiente, la pregunta orientadora para este proyecto de investigación es:

¿Cómo se favorece la progresión actitudinal hacia los métodos de la ciencia en un grupo de estudiantes del espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II del programa de Licenciatura en Química de la UPN al implementar un guion de TPL orientado desde el ABP, la construcción de material a microescala y en las curvas de valoración potenciométrica de haluros?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la progresión actitudinal hacia los métodos de la ciencia en un grupo de estudiantes del espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II de la Licenciatura en Química mediante un guion de TPL orientado desde el ABP, la construcción de material a microescala y en las curvas de valoración potenciométrica de haluros.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las actitudes hacia los métodos de la ciencia en un grupo de estudiantes del espacio académico Sistemas Fisicoquímicos II.
- Construir material a microescala y calibrar un microelectrodo para definir el componente experimental de un guion de TPL fundamentado en el ABP.
- Determinar los alcances de un guion de TPL orientado desde el ABP, la construcción de material a microescala y las curvas de valoración potenciométrica de haluros, en términos de la progresión actitudinal de un grupo de estudiantes del espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II.

CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

La consulta y selección de material bibliográfico proveniente de distintas bases de datos, artículos y libros de texto especializados se realizó con respecto a las siguientes palabras clave: Microelectrodos, Electroquímica, Aprendizaje basado en proyectos, Trabajos prácticos de laboratorio, Microescala, Dificultades de Aprendizaje del Concepto Redox y Actitudes. En consecuencia, los referentes bibliográficos seleccionados para sustentar este trabajo son:

Con relación al Aprendizaje basado en proyectos:

- Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010) en el artículo “*Aprendizaje basado en proyectos, una innovación docente*” publicado por la universidad EAFIT describen las bondades que tiene la implementación del ABP como eje en la planeación, ejecución y evaluación de un trabajo pedagógico y científico, donde se desarrollan diferentes habilidades en docentes, asociadas a la evaluación y acompañamiento del proceso de aprendizaje; así mismo en el estudiante se estimulan la motivación, el trabajo cooperativo y la resolución de problemas. De acuerdo con lo anterior, se resalta que todas estas habilidades se pueden potenciar a través del desarrollo de un proyecto que permita a los estudiantes solucionar inconvenientes relacionados a la falta de recursos y adecuando material para poder desarrollar el conocimiento requerido.
- Zambrano, Hernández y Mendoza (2022) en el artículo “*El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica*” hacen referencia al ABP como una estrategia que permite disminuir los problemas de motivación presentes en los estudiantes; adicionalmente transformar el rol del docente como actor tradicional en la educación y dando un papel activo al estudiante en su proceso de formación. Además, los autores hacen énfasis en elementos del aprendizaje que se ven beneficiados por el ABP; algunos de los que se mencionan son el ambiente de aprendizaje, donde normalmente es preparado por el docente, pasa a ser generado por los alumnos, por supuesto sin dejar de lado el acompañamiento del profesor. Conviene también dedicar especial atención a el momento en el que se trabajan los problemas, puesto que es adecuado resaltar que con el ABP el problema hace parte integral del proyecto por tanto su resolución no se limita al material que ofrece el docente, por el contrario, el estudiante cuenta con la ventaja de utilizar los recursos que necesite para poder superar la dificultad.

Por su parte, Martí et al. (2010) señala que el ABP puede estimular la motivación de los estudiantes, fomentar habilidades en la resolución de problemas, entre otras. Estas características son esenciales para lograr el análisis de la progresión actitudinal hacia los métodos de las ciencias. Por otro lado, Zambrano et al. (2020) destaca la capacidad del ABP para incluir a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, lo que es esencial para la caracterización de actitudes y la realización de tareas como la construcción, calibración de los microelectrodos y construcción de una curva de valoración potenciométrica teórica y experimental de haluros. Estos dos artículos se tienen en cuenta ya que respaldan la utilidad del ABP como una estrategia didáctica que influye en la motivación, actitud y habilidades de los estudiantes.

En cuanto a la química a microescala:

- Baeza, López, García y Desantiago (2006) en el artículo "*La química analítica a microescala total*" describen las ventajas significativas asociadas a esta disciplina. Estas ventajas incluyen la reducción de costos, la disminución del tiempo requerido para realizar los experimentos y el uso más eficiente de reactivos. Asimismo, señalan la disminución de riesgos operacionales, la aplicabilidad tanto en trabajo analítico como en el aula de clase, la preservación de recursos como el agua y el manejo racional de los solventes.
- Maneiro (1997) en su artículo "*¿Por qué a microescala?*", destaca que la reducción de la escala (aspecto fundamental de la microescala) ha demostrado ser beneficiosa en términos de seguridad, reducción de riesgos para la salud y disminución de costos, pese a ello, no se debe limitar la definición de microescala únicamente a la cantidad de reactivos utilizados. La microescala también abre nuevas posibilidades en términos de diseño de experimentos más eficientes, mejor control de las condiciones de reacción y la exploración de nuevas áreas de investigación. Además, la autora, desde el punto de vista didáctico ofrece múltiples ventajas, en donde se destaca la facilidad de aprender y aplicar las técnicas de microescala, que a menudo resultan igual o más simples que las técnicas tradicionales usadas en el laboratorio. Esto reduce las barreras de entrada para los estudiantes y les permite involucrarse de manera efectiva en los experimentos prácticos.

En conjunto, estos artículos aportan a la consolidación del proyecto ya que resaltan que la química a microescala puede reducir costos, minimizar riesgos operacionales y ambientales, además desde el enfoque didáctico involucra a los estudiantes en los experimentos prácticos, lo que a su vez contribuye al uso del ABP. Por lo que puede ser de gran utilidad en las instituciones que no cuentan con los recursos y material necesarios en el desarrollo de ciertas prácticas de laboratorio.

Con relación a los microelectrodos:

- Yáñez y Pingarrón (2001) en el artículo "*microelectrodos: Nuevas posibilidades de la química electroanalítica*" exponen las diferentes perspectivas que se tienen frente al uso de microelectrodos en lugar de electrodos a escala clásica. Se pueden destacar dentro de estos la sensibilidad del instrumento, la baja corriente eléctrica que necesitan para su funcionamiento y la posibilidad de realización de experimentos que a escala estándar se dificultan. Así mismo se expone una serie de campos científicos a los cuales los microelectrodos pueden aportar de manera significativa, entre estos se encuentran la fabricación de biosensores para la detección de sustancias biológicas, la aplicación de microelectrodos en medios que no son buenos conductores eléctricos como los disolventes orgánicos y como auxiliar en métodos de separación para reducir la relación señal/ruido en diferentes métodos analíticos.

Este artículo soporta de manera adecuada el trabajo de investigación ya que resalta el papel de los microelectrodos como instrumentos que se encuentran en desarrollo y que traen consigo múltiples ventajas tanto a nivel experimental como a nivel didáctico. Estos instrumentos permiten ejecutar una amplia gama de experimentos que pueden acercarse de forma adecuada al estudiante a mejorar la comprensión de fenómenos no solo químicos sino también biológicos; además, la posibilidad de desarrollarlos empleando materiales de bajo costo permite consolidar los microelectrodos como herramientas con un valioso aporte para el estudio de las ciencias y el aprendizaje de la química en particular.

Frente a las actitudes:

- García y Orozco (2006) en el artículo "*Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria*" exponen que una de las tantas dificultades que se presentan en los espacios de estudio de las ciencias naturales es el poco valor que se les da a las prácticas experimentales como eje importante en la construcción del saber científico. El dar reconocimiento a las prácticas de laboratorio contribuye a la formación integral; este tipo de experiencias aplicadas en un contexto específico, contribuyen no solo a la alfabetización científica como un proceso implícito en la ejecución del proyecto sino también influye en actitudes clave en los estudiantes.
- El artículo propuesto por Cheung (2011) "*Evaluating Student Attitudes toward Chemistry Lessons to Enhance Teaching in the Secondary School*" postula que el desarrollo de actitudes científicas es importante por dos razones, la primera es que las actitudes están relacionadas con el rendimiento escolar,

una cuestión que aqueja la educación colombiana dado el bajo rendimiento en las pruebas estandarizadas e internacionales en el área de ciencias naturales y también a la alta deserción o no elección de carreras profesionales relacionadas con las ciencias. La otra razón es que el comprender las actitudes permite predecir comportamientos, entender cuáles son las percepciones que los estudiantes tienen frente a las clases de ciencias, puede ser la piedra angular para determinar la causa de los bajos rendimientos y la evasión de carreras de índole científica.

Los artículos mencionados proporcionan valiosos aportes, ya que resaltan la influencia de las prácticas experimentales en el desarrollo de las actitudes hacia los métodos de las ciencias en los estudiantes. Lo que permite caracterizar estas actitudes y determinar las percepciones de los estudiantes frente a dichos métodos. En resumen, estos referentes aportan una base teórica al proyecto al enfocarse en la importancia de resaltar y promover estas actitudes y su influencia en el aula de clase.

Con respecto a los trabajos prácticos de laboratorio:

- Espinosa, González y Hernández (2016) plantean en el artículo “*Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*” el papel fundamental de las prácticas de laboratorio como estrategia en la apropiación de conocimientos científicos en el ámbito escolar. El estudio se enfoca en cómo las actividades prácticas de laboratorio no solo fomentan la comprensión de conceptos científicos, sino también cómo estas influyen en el interés y la motivación de los estudiantes por la ciencia. Los resultados de este trabajo resaltan cómo los TPL fomentan una construcción activa de conocimientos, mejoran la comprensión de conceptos científicos y promueven un mayor interés por la ciencia entre los estudiantes.
- Genévieve (2002) plantea en su trabajo “*La enseñanza en el laboratorio: ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?*” la importancia del laboratorio como espacio de aprendizaje y cómo la experiencia adquirida por el mismo influye en el desarrollo de habilidades prácticas y actitudes en los estudiantes hacia la ciencia. A través de una revisión detallada de la literatura y la exposición de ejemplos prácticos, la autora resalta que el laboratorio proporciona una oportunidad inigualable para la aplicación de conocimientos teóricos en un contexto práctico y concreto. Además, destaca que el aprendizaje en el laboratorio no se limita solo a adquirir habilidades técnicas, sino que también influye en la percepción de la ciencia por parte de los estudiantes.

Con respecto a la dificultad de aprendizaje en redox:

- Goes, Nogueira, y Fernández (2020) exponen en su artículo “Limitations of teaching and learning redox: A systematic review” un estudio de diferentes fuentes bibliográficas que exponen las dificultades presentadas en profesores y estudiantes al momento de estudiar temáticas que se relacionan con las reacciones de oxido-reducción. Los autores hacen énfasis en que dentro de las temáticas que más se presentan dificultades son la representación de reacciones redox, los potenciales estándar, corriente eléctrica y la relación de las temáticas con la vida diaria. Estas dificultades se presentan porque los docentes tienen una visión limitada de la temática y en las metodologías que implementan para explicar la temática en su mayoría son cuestionarios y experimentos.

Los artículos anteriormente citados permiten resaltar ciertas características con las que cuentan los TPL: La actividad experimental en áreas como la química resulta fundamental para una mejor interpretación de los fenómenos de la naturaleza; En correspondencia con lo anterior los espacios prácticos surgen como necesidad para comprobar las diferentes teorías; A su vez contribuyen de manera significativa con el desarrollo de actitudes, técnicas procedimentales y por tanto afinidad hacia las ciencias. Esto resulta como soporte para esta investigación porque permite aprovechar las cualidades de los TPL en el desarrollo conceptual, procedimental y actitudinal del estudiante teniendo en cuenta las limitadas opciones que se presentan para el abordaje de temáticas relacionadas con procesos de oxido-reducción y con técnicas de análisis asociadas a los métodos electrométricos. Por esta razón el proyecto descrito presenta avances en el campo educativo y ofrece una visión novedosa y diferente para el abordaje de las temáticas anteriormente descritas.

2.2 Referentes Conceptuales

En el marco del desarrollo de este trabajo se exponen los referentes conceptuales a considerar en el trabajo de grado: actitudes hacia los métodos de las ciencias, aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos de laboratorio, microescala, microelectrodos y aplicación y técnicas electroquímicas.

2.2.1 Actitud hacia los métodos de la ciencia

Con relación a el concepto de actitud, este ha sido ampliamente estudiado desde diferentes campos de interés, sin embargo, para el propósito de este trabajo de investigación conviene filtrar los diferentes significados que se pueden generar en torno al concepto principal para enfocarlo más al ámbito educativo y particularmente sobre la enseñanza de las ciencias. Algunos referentes teóricos que estudian las

actitudes centradas en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias se relacionan en las siguientes líneas.

Vázquez, Manassero y Acevedo (como se citó en Rodríguez, Hernández, Muñoz, Lizarazo y Salamanca, 2011) mencionan que:

Desde la perspectiva de la educación, el concepto de actitud ha ampliado su espectro y es visto como una estructura que permite establecer relaciones entre los objetivos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y entre las relaciones que se pueden dar entre la ciencia, tecnología y sociedad (CTS) integrando la cognición, el afecto y la conducta. (p.125)

En ese orden de ideas, proponen la definición de estas desde distintos autores, a saber: Thurstone (1928) quien describe la actitud como un conjunto de tendencias, emociones, predisposiciones, prejuicios, sesgos, creencias previas, temores y convicciones relacionadas con un tema en específico y Gardner (1975) quien por su parte define las actitudes hacia los métodos de las ciencias como las reacciones hacia el ámbito científico en su totalidad, incluyendo tanto la ciencia en general como las diferentes ramas, profesiones o materias científicas de manera específica.

“Las actitudes son entonces variables intermedias entre nuestras ideas y la manera como las llevamos a la práctica; son un puente interactivo (de aquí hacia allá y viceversa) entre los contenidos conceptuales y los contenidos procedimentales” (Afanador y Mosquera, 2012, p.34).

Dados los diversos conceptos que se tienen de actitud, se puede notar que estos en su mayoría, abarcan situaciones que son aplicables en la academia y otras que se aplican fuera de ella, lo que Rodríguez, et al. (2011) definen como las variables endógenas y exógenas. Las variables endógenas hacen referencia a todo lo relacionado al ámbito académico, como la escuela, la carrera, los docentes, materiales y metodologías de enseñanza, entre otras. A su vez las variables exógenas incluyen aspectos socioculturales en el que se encuentra inmerso el estudiante y que de forma implícita afectan las actitudes propias del estudiante hacia las ciencias por lo que se afirmarían que el desarrollo de las “actitudes son la expresión última de la capacidad de aprender, es decir, el estudiante es competente en su aprendizaje ya que su actitud modula el aprendizaje de los otros dos contenidos” (Afanador y Mosquera, 2012, p.34).

Para medir las actitudes se puede hacer uso de instrumentos validados como las pruebas tipo Likert (1932), quien fue el primero en introducirlas para medir actitudes, tomándola de técnicas de medida de personalidad (Morales, 2006). En este tipo de pruebas todos los ítems miden la actitud con igual intensidad y es el encuestado

quien da una puntuación, generalmente del 1 al 5, según su posición respecto del enunciado propuesto por el elemento. La actitud final del encuestado será la puntuación media que dé a cada ítem del cuestionario (Guil, 2006).

De acuerdo con lo anterior, uno de los instrumentos usados para la evaluación de las actitudes es el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) propuesto por Vázquez y Manassero, esta versión española es una adaptación a la versión original del cuestionario "VOSTS" por sus siglas en inglés (View on Science-Technology-Society).

Si bien este cuestionario no está diseñado para evaluar actitudes sino opiniones, los autores han hecho una adaptación al instrumento, que apoyado en un instrumento diferente termina por ajustarse a las necesidades para evaluar actitudes, Rodríguez et al. (2011) mencionan que:

En 1997, Vázquez y Manassero hacen la adaptación de un instrumento que permite realizar una evaluación diagnóstica de las actitudes relacionadas con la ciencia, la cual es realizada como versión al castellano de la prueba Wareing Attitudes Toward Science Protocol, que tiene en cuenta diversos instrumentos precursores y que intentó superar las fallas metodológicas, de categorización y de conceptualización presentes en los instrumentos empleados, hasta el momento. (p.132)

Ahora bien, el instrumento se basa en una escala tipo Likert, con un conjunto de afirmaciones que se pueden responder a través de opciones que incluyen desde totalmente de acuerdo hasta totalmente en desacuerdo. Sumado a lo anterior, las afirmaciones del cuestionario se clasifican en grupos para determinar a qué actitud específica se refieren, resaltando para este instrumento 3 tipos, actitudes plausibles, adecuadas e ingenuas. Según Mannassero y Vázquez (2002) las actitudes se definen como:

Adecuadas: Si la afirmación expresa una opinión adecuada sobre el tema (coherente con los conocimientos de historia, epistemología y sociología de la ciencia).

Plausibles: Aunque no totalmente adecuada, la afirmación expresa algún aspecto adecuado.

Ingenua: La afirmación expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible. (p.10)

Las respuestas otorgadas por los estudiantes a estas afirmaciones pueden ser cuantificadas por el uso de los modelos, descritos en la tabla 1:

Tabla 1. Modelo para la cuantificación de respuestas COCTS.

Modelo de respuesta múltiple (MRM)	Modelo de respuesta única (MRU)
<p>El encuestado da respuestas y la valoración de estas se hace mediante una escala tipo Likert, se emplea una métrica que se basa en una serie de afirmaciones, asignando un índice cuantitativo a cada una y por último se calcula un el promedio ponderado de cada afirmación.</p>	<p>El encuestado da una única respuesta, seleccionando una que se ajuste mejor a su preferencia, La métrica asigna una puntuación a la pregunta en función de la afirmación.</p>

Tomada y adaptada de Vázquez y Manassero (2011).

Para determinar de manera cuantitativa las actitudes de los estudiantes hacia los métodos de las ciencias, ya sean estas adecuadas, plausibles o ingenuas se hace uso de un modelo que permita su análisis a partir de datos numéricos que se obtienen por el modelo que se emplee, ya sea MRM O MRU. En ese sentido, Vázquez y Manassero (2011) afirman: “El MRM es más complejo, robusto, válido, fiable que el MRU, pues representa con más precisión y exactitud las concepciones de los encuestados sobre los temas.” (p.4).

Por tal motivo, el modelo seleccionado para analizar la progresión actitudinal de los profesores en formación es el método “MRM” entendiéndose que este puede proporcionar datos más confiables sobre las cuestiones que se desean analizar de acuerdo con la métrica proporcionada en el cuestionario y desde la etapa 3 planteada en el guion de TPL basado en el ABP, lo anterior permite categorizar las actitudes hacia los métodos de las ciencias que predominan en los profesores en formación.

2.2.2 Aprendizaje basado en proyectos

En cuanto a el aprendizaje basado en proyectos, conocido por siglas como ABP, es una metodología educativa enfocada en la realización de proyectos para que el estudiante aprenda de una manera más efectiva mientras está inmerso en proyectos

auténticos y significativos, tal como lo mencionan Causil y Rodríguez (2021) “*El ABP es una metodología o estrategia de enseñanza - aprendizaje, donde los estudiantes protagonizan su propio aprendizaje, desarrollando un proyecto de aula que permita aplicar los saberes adquiridos sobre un producto o proceso específico, poniendo en práctica todo el sistema conceptual para resolver problemas reales*”. Esta metodología es pertinente ya que presenta ejes claros sobre a quién va centrado el proceso de enseñanza- aprendizaje, Causil y Rodríguez (2021) resumen el ABP alrededor de 3 ejes característicos: El aprendizaje centrado en el estudiante, la comunicación y las relaciones con los diferentes actores académicos. A partir de lo anterior la metodología del ABP propone mejorar la interacción estudiante docente, velar porque el aprendizaje sea mutuo y donde la comunicación es la clave para la construcción de conocimiento. Con lo anterior se logra evidenciar que el ABP surge como estrategia en el cambio de una educación centrada en el docente, en el que se sitúa como un conductor de ideas cerradas sobre un tema en específico. Para soportar la idea conviene resaltar las diferencias que caracterizan el ABP contra la educación convencional, por lo que Zambrano et al. (2022) lo resumen de manera adecuada en la tabla 2:

Tabla 2. Aprendizaje tradicional vs ABP.

COMPONENTE DEL APRENDIZAJE	ENFOQUE TRADICIONAL	ENFOQUE ABP
Material Didáctico empleado	Enfocado en el docente. (Preparación y presentación)	Preparación por parte del docente. Los estudiantes son los encargados de generar y presentar el material.
Secuencia de aprendizaje	Determinadas por el docente.	Los estudiantes participan activamente del proceso.
Abordaje de problemas	Después de la presentación del material.	Los estudiantes conocen el problema antes de tener el material.
Resultado de aprendizaje	Enfocado en el desempeño del docente.	Los estudiantes se responsabilizan también por su aprendizaje.
Acompañamiento experto	Por lo general el docente asume este papel en su totalidad.	El docente es un guía, en este papel también pueden entrar distintos actores.
Evaluación	Programada y desarrollada por el docente.	El estudiante tiene un papel significativo en su evaluación y en el trabajo cooperativo.

Tomada y adaptada de Zambrano et al. (2022).

Por su parte, Sánchez (2013) propone que el aprendizaje basado en proyectos:

Es un conjunto de tareas de aprendizaje basadas en la resolución de preguntas y/o problemas, que implica al alumno en el diseño y planificación del aprendizaje, en la toma de decisiones y en procesos de investigación, dándoles la oportunidad para trabajar de manera relativamente autónoma durante la mayor parte del tiempo, que culmina en la realización de un producto final presentado ante los demás. (p.1)

A su vez Ciro (2012) menciona que “Es una alternativa formativa que trasciende los principios de la pedagogía activa, pues permite comprender el contexto real del desempeño profesional articulando conocimientos propios de la disciplina e intentando lograr un sinergismo que conduzca a una formación integral” (p.17).

El ABP presenta una serie de beneficios, como lo propone Galeana (2006) “los estudiantes pueden desarrollar habilidades y competencias como la colaboración, planeación de proyectos, comunicación, toma de decisiones y manejo de tiempo” (p.3). Adicionalmente se reporta un aumento en la motivación y asistencia al aula de clase promoviendo la participación en la misma y mejor disposición para realizar las tareas (Galeana, 2006). Para evidenciar de manera adecuada los beneficios que presenta el ABP es importante resaltar que el rol docente y del alumnado juegan un papel muy importante y poseen características propuestas por Zambrano et al. (2022). Tal como se evidencia en la tabla 3.

Tabla 3. Caracterización del rol del docente y del estudiante en el enfoque ABP.

DOCENTE	ESTUDIANTE
<ul style="list-style-type: none"> • Dar un papel protagónico al estudiante en su aprendizaje • Valorar los logros conseguidos por los estudiantes • Actuar de guía facilitador del aprendizaje • Ofrecer diversas oportunidades de aprendizaje • Promover la resolución de problemas en función de los recursos disponibles y el desarrollo del pensamiento crítico. • Brindar apoyo a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar protagonismo en el aprendizaje • Fomentar el trabajo en equipo • Ejercitar la capacidad de selección de información • Diseñar y ejecutar un plan de aprendizaje propio • Concientizar el proceso de evaluación • Apoyarse en la figura docente para conseguir la resolución de problemas

Tomada y adaptada de Zambrano et al. (2022).

En relación con lo anterior, el ABP es una metodología que se centra en realizar proyectos para facilitar el aprendizaje. A diferencia del enfoque tradicional el ABP incluye a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, permitiéndoles participar en la generación de material, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Esto genera un sentido de responsabilidad por parte de los estudiantes y un enfoque en su desempeño, además el docente cambia su rol al no ser solo un transmisor del conocimiento, sino que se convierte en un guía que facilita la comprensión de las ciencias. A manera de síntesis, en el ABP tanto los profesores como los estudiantes desempeñan roles claves en el proceso de aprendizaje. Por tanto, el ABP se consolida como la metodología adecuada para el desarrollo de este trabajo de grado al dar pautas para el diseño del guion de TPL, puesto que se busca que los estudiantes participen de manera activa en la construcción de material a microescala promoviendo actitudes positivas hacia los métodos de las ciencias que son necesarias para su formación profesional como docentes.

2.2.3 Trabajos prácticos de laboratorio

Con relación a los trabajos prácticos de laboratorio Gallego et al. (2015) indica que “las actividades de laboratorio se definen como experimentos de aprendizaje en el cual los estudiantes interactúan con materiales y observan fenómenos” (p.219) Y aunque es una definición que a grandes rasgos rescata algunas de las actividades que se pueden ejecutar en un espacio de laboratorio, es necesario complementar estas ideas, pues las prácticas de laboratorio contribuyen en gran medida a el aprendizaje de las ciencias y particularmente de la química. Con ánimo de enfatizar sobre la necesidad de implementar espacios experimentales propios del área de química y tomar una definición más amplia de este concepto, Hodson y Wellington (como se citó en Viera, Fleisner y Ramírez, 2018) proponen que:

La realización de TPL remarcan el valor que tienen en relación a la enseñanza de conocimientos conceptuales y procedimentales, metodología científica, promoción de capacidades de razonamiento (pensamiento crítico y creativo), desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (p.38).

Conviene entonces resaltar que con la inclusión de los TPL como eje en el desarrollo de las clases de química se potencian la apropiación de ciertas cualidades entre las cuales se destacan según Caamaño (2005):

- Aportar evidencia experimental en el aprendizaje de los conceptos (función ilustrativa de los conceptos).

- Interpretar fenómenos y experiencias a partir de modelos conceptuales (función interpretativa de las experiencias).
- Aprender el uso del instrumental y de las técnicas básicas de laboratorio químico (función de aprendizaje de métodos y técnicas de laboratorio).
- Desarrollar métodos para resolver preguntas teóricas con relación a la construcción de los modelos (función investigativa relacionada con la resolución de problemas teóricos y construcción de modelos).
- Desarrollar y aplicar métodos para resolver cuestiones de tipo práctico contextualizadas en ámbitos de la química cotidiana y de la química aplicada (función investigativa relacionada con la resolución de problemas prácticos). (p.10)

Adicionalmente, expertos en educación como Caamaño, (2004); González y Crujeiras, (2016) y Pérez y Aleixandre, (2015) coinciden en la importancia de adoptar los TPL dentro del proceso de educación científica puesto que brindan oportunidades de desarrollo de diferentes competencias científicas y habilidades como el pensamiento crítico, observación, construcción de hipótesis y análisis de resultados que permiten ilustrar conceptos y favorecer su aprendizaje (Caamaño, 2004). Por las cualidades anteriormente descritas, se diseña un guion de TPL, ya que este no solo ofrece una alternativa didáctica hacia los métodos de las ciencias, sino que permite abordar el espacio experimental en concordancia con lo descrito en la teoría, lo que permite potenciar el aprendizaje de la temática propuesta en comparación con el abordaje del trabajo experimental y teórico por separado.

2.2.4 Química a microescala

La química a microescala es una rama de la química que se enfoca en el estudio de reacciones químicas a una escala muy pequeña, sus inicios se produjeron de acuerdo con Arnaiz (2005) “en la década de los 80 por el trabajo de los profesores S. S. Butcher y D. W. Mayo del Bowdoin College (Brunswick, Maine) y R. M. Pike del Merrimack College (North Andover, Massachusetts). Esta surgió para solventar el problema de renovación, a un coste asequible, de un laboratorio de Química Orgánica obsoleto que no cumplía con la reglamentación vigente” (p.505). El reconocimiento de los TPL y los correspondientes materiales fabricados a microescala tienen la finalidad que cada vez más estudiantes puedan acceder a la actividad experimental, trayendo consigo diferentes ventajas como reducir daños ambientales, aumento en el número y repetitividad de experimentos, seguridad en el laboratorio, reducir la exposición a sustancias tóxicas, etc. (Arnaiz, 2005).

2.2.5 Microelectrodos

La electroquímica es un campo que está en constante crecimiento dada la posibilidad y amplia gama de oportunidades que ofrece para el análisis y el estudio

de diferentes fenómenos químicos. Esta rama de la ciencia se dedica al estudio de los cambios físicos y químicos que produce la corriente eléctrica y la formación de electricidad mediante reacciones químicas, tal como indican Whitten, Davis, Peck y Stanley (2015). Ahora bien, el empleo de la química electroanalítica supone una ventaja con respecto a los métodos de análisis tradicionales, como lo mencionan Skoog, West, Holler, Crouch y Stanley (2015) estas técnicas son capaces de proporcionar límites de detección bajos y abundante información sobre las características que describen los sistemas que son analizados mediante estos métodos.

Muchas de las técnicas que se aplican en la electroquímica dependen del uso de un electrodo. Este instrumento se define como una superficie por la cual fluyen los electrones a través de las especies químicas implicadas en una reacción redox (Harris y Lucy, 2015). Como se mencionó, existen diversos métodos de análisis electroquímicos, para poder desarrollar estas técnicas se cuenta con diferentes tipos de electrodos de acuerdo con el análisis químico que se pretenda realizar. Entre estos se encuentran los electrodos de referencia y electrodos indicadores. Los electrodos de referencia según Skoog et al. (2015) se definen como superficies conductoras cuyo potencial relativo al electrodo estándar de hidrógeno (ESH) es conocido y que permite medir el potencial de electrodos desconocidos.

Con respecto a los microelectrodos, son instrumentos que reducen su escala de manera significativa pero que mejoran su respuesta analítica presentando múltiples ventajas no solo en el análisis químico sino también en el biológico. Su principal uso ha sido en la voltametría, sin embargo, se puede extrapolar a otras técnicas analíticas. A continuación, en la figura 2 se muestran las técnicas electroanalíticas que están basadas en la aplicación de electrodos.

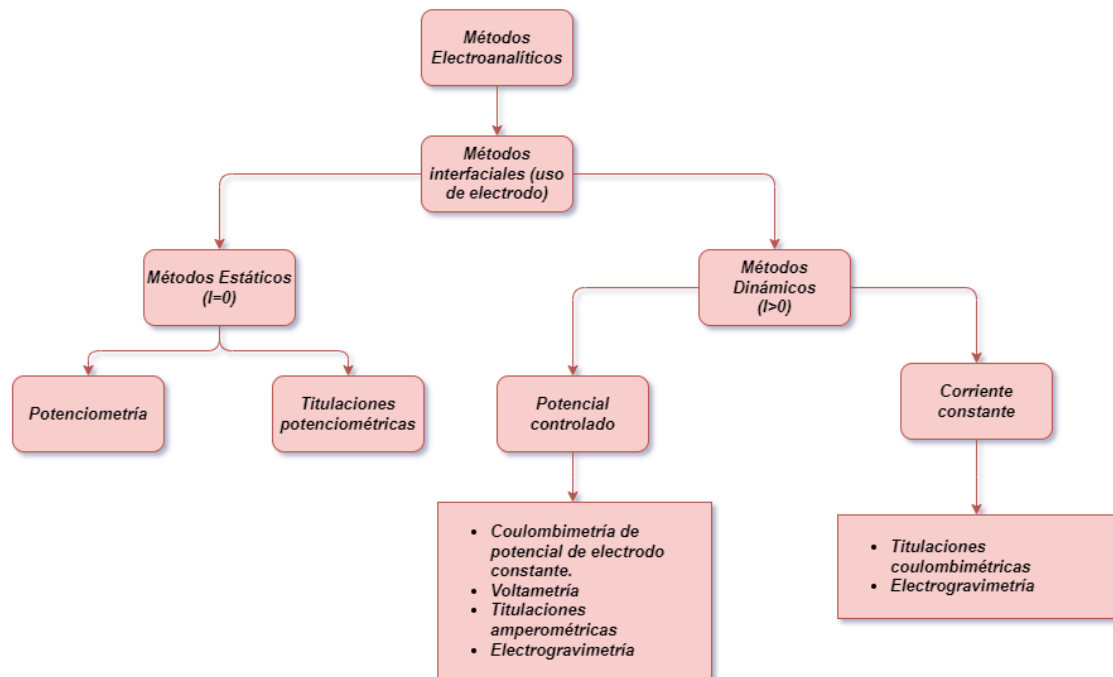


Figura 2. Resumen de métodos electroanalíticos. Tomado y adaptado de Skoog et al. (2017).

De acuerdo a lo anterior Skoog et al. (2017) exponen las ventajas que ofrecen los microelectrodos de la siguiente forma:

- Se emplean tiempos de milésimas de segundo o microsegundos para alcanzar el estado estable en las reacciones de óxido-reducción.
- Los tiempos cortos en los que se establecen las reacciones redox permiten estudiar sus productos intermedios.
- Dadas las dimensiones del microelectrodo la cantidad de corriente necesaria para su funcionamiento es menor en comparación con los electrodos de tamaño estándar.
- Los potenciales se pueden leer rápidamente debido a que los microelectrodos no requieren gran cantidad de corriente eléctrica.
- Las condiciones de análisis relacionadas a la precisión y exactitud de las medidas tomadas por el microelectrodo se ven favorecidas cuando se trabajaba en un estado estable.
- El tamaño de los microelectrodos representa una ventaja cuando se emplea una cantidad muy baja de volumen de analito.
- Al usar corrientes eléctricas muy bajas, la sensibilidad de los microelectrodos aumenta permitiendo que se obtengan medidas de potencial en medios que presentan alta resistencia eléctrica.

Como se puede evidenciar, las ventajas de los microelectrodos son numerosas y por lo tanto su uso en los laboratorios de química y en las diferentes técnicas de análisis merece ser reconocido. Para concluir, el hecho de que su tamaño se reduzca no implica que deje de ser posible su uso en las diferentes técnicas a escala estándar, por el contrario, con una adaptación a los métodos que usan electrodos como la potenciometría, las titulaciones potenciométricas, voltametrías entre otras, los microelectrodos terminan por dar una excelente respuesta, gracias a las ventajas anteriormente mencionadas. Finalmente, las aplicaciones expuestas no son las únicas en las que los microelectrodos pueden desempeñarse de manera eficaz, dada la diversidad de microelectrodos que se pueden fabricar, como lo mencionan Stulík, Amatore, Holub, Marecek y Kutner (2000) algunos campos en los que más presentan proyección los microelectrodos son los mecanismos y el estudio de la cinética de las reacciones electroquímicas, el análisis traza a nivel electroquímico, reacciones electroquímicas en medios de alta resistencia, la detección analítica, mediciones relacionadas con sistemas biológicos, la detección en líquidos que es importante para los análisis mediante HPLC y la microscopía electroquímica de barrido que se relaciona con el análisis de superficies.

Como se evidenció el campo de aplicación de los microelectrodos es amplio y en constante crecimiento, Stulík et al. (2000) concluyen con que la mejora de estos dispositivos se centra principalmente en el desarrollo de la tecnología y los microcomponentes de detección usados en los análisis.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.

3.1 METODOLOGÍA

El marco metodológico de este trabajo de grado define y evidencia los parámetros que guiaron la identificación y selección de los elementos metodológicos y teóricos empleados antes y durante el diseño e implementación del guion de TPL y su correspondiente evaluación por expertos. Por lo que en las siguientes líneas se explicarán las herramientas metodológicas que fueron empleadas para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

3.2 Tipo de investigación

En relación con los objetivos planteados el presente proyecto de investigación se desarrolló desde un enfoque mixto, en donde se tuvo en cuenta la recolección y el análisis de datos (cuantitativos y cualitativos) así como su integración y discusión conjunta para analizar la tendencia de las actitudes hacia los métodos de las ciencias de los profesores en formación objeto de estudio antes y después de la aplicación de un guion de TPL (Hernández y Mendoza, 2018).

A propósito del apartado cuantitativo se tuvo en cuenta el desarrollo de la métrica del cuestionario COCTS que puede usarse de modo flexible y abierto, para evaluar las opiniones/actitudes acerca de temas de ciencia-tecnología-sociedad, naturaleza, epistemología y sociología de la ciencia (CTS/NdC) (Vázquez y Manassero, 2011). Por otra parte, los datos obtenidos en la práctica del guion de TPL, los análisis matemáticos realizados y los datos de la calibración del microelectrodo que fueron analizados bajo tratamiento estadístico conforman el conjunto de mediciones que sustentan el aporte cuantitativo de este trabajo de investigación.

En cuanto al apartado cualitativo se utilizó un diario de campo que permitió dar cuenta de las experiencias de los estudiantes de forma detallada durante la construcción de los materiales a microescala y el desarrollo del guion de TPL. El guion tiene una evaluación del aspecto conceptual, procedimental y actitudinal mediante preguntas abiertas con el fin de caracterizar las actitudes en contextos diferentes al trabajado en las sesiones de clase, estas respuestas fueron categorizadas por medio del software ATLAS TI para ser analizadas en concordancia con la rúbrica propuesta.

Estos aspectos fueron profundizados de manera concreta en las fases descritas para el desarrollo del proyecto.

3.3 Participantes de la investigación

Este análisis se desarrolló con estudiantes de séptimo semestre que hacen parte del programa de Licenciatura en Química quienes cursan el espacio académico Sistemas Físicoquímicos II ofertado en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

La muestra poblacional corresponde a 17 estudiantes, en donde se encuentran 8 mujeres y 9 hombres quienes participaron en la implementación de un guion de TPL basado en el ABP y en la construcción de material a microescala y en las curvas de valoración potenciométrica de haluros aplicado durante 4 semanas con una intensidad horaria que varió de 3 a 2 horas semanales.

3.4 Diseño metodológico

3.4.1 Fases de la investigación y fuentes de recolección de la información.

Como técnica para analizar la información recolectada se establecieron unas unidades o criterios de análisis desde los referentes conceptuales mencionados particularmente de la métrica proporcionada por el COCTS y el uso de técnicas documentales y observacionales: para recolectar los datos a través de documentos, entrevistas semiestructuradas y observación de clase.

Para cumplir con los objetivos planteados se ejecutarán 3 fases descritas en las siguientes líneas:

- En la fase inicial se revisaron los documentos del programa analítico del espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II en donde se tuvo en cuenta las áreas temáticas, particularmente el equilibrio químico, la justificación del espacio académico, la misión y visión de la universidad, del departamento y la licenciatura en química. Estos documentos institucionales sirvieron de guía para incorporarlos en el diseño del material didáctico con enfoque ABP del guion TPL en relación con el área temática. Además de ello esta fase consistió en la exploración de las actitudes hacia los métodos de las ciencias iniciales en los estudiantes mediante la implementación del cuestionario COCTS; las afirmaciones a tener en cuenta están descritas en la tabla 4.

Tabla 4. Especificaciones de las afirmaciones del cuestionario COCTS.

Temas	Subtemas	Afirmaciones	Enunciado
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111	Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:
	04. Interdependencia	10411	La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:
4. Influencia de Ciencia/ Tecnología sobre la Sociedad	01. Responsabilidad social	40111	La mayoría de los científicos se preocupan de los posibles efectos posibles (tanto provechosos como perjudiciales) que pueden resultar de sus descubrimientos.
	01. Motivaciones	60111	La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse muchos en su trabajo. La razón PRINCIPAL de su motivación personal para hacer ciencia es:
6. Características de los científicos.	04. Capacidades	60421	Los mejores científicos tienen la paciencia y determinación necesarias para superar la frustración y el aburrimiento (por ejemplo, haciendo el mismo experimento muchas veces hasta obtener resultados fiables).
	01. Decisiones tecnológicas	80131	Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una medicina nueva para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usar una nueva tecnología depende de que las ventajas para la sociedad compensen las desventajas.
9. Naturaleza del conocimiento científico	05. Hipótesis, teorías y leyes	90511	Las ideas científicas se desarrollan desde las hipótesis hasta las teorías, y finalmente, si son suficientemente buenas, hasta constituir leyes.
	06. Aproximación a las investigaciones	90631	Los descubrimientos científicos ocurren como resultado de una serie de investigaciones, cada una se apoya en la anterior, y conduce lógicamente a la siguiente, hasta que se hace el descubrimiento.
		90651	Los científicos NO deberían cometer errores en su trabajo porque los errores retrasan el avance de la ciencia.
	10. Estatus epistemológico	91011	Suponga que un buscador “descubre” oro y que un artista “inventa” una escultura. Algunas personas piensan que los científicos “descubren” las LEYES, HIPÓTESIS y TEORÍAS científicas; otros piensan que los científicos las “inventan”. ¿Qué piensa usted?

Tomada y adaptada de Vázquez y Manassero (2011)

- La fase intermedia refiere al diseño y aplicación del guion de TPL bajo el enfoque ABP, considerando la evaluación del mismo por parte de tres expertos en enseñanza de la química y vinculación de aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, además del acompañamiento necesario para garantizar la comprensión de los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales incluidos en el material didáctico. Posteriormente se complementó la tendencia de las actitudes mediante un diario de campo que permitió el registro de las experiencias durante la construcción del material a microescala, el desarrollo de la práctica y la conclusión de la actividad experimental. Este diario de campo se concibe como una herramienta para obtener un conocimiento más profundo acerca de las actitudes que están siendo influenciadas por la aplicación del material didáctico.
- En la fase final de esta investigación se implementó de nuevo el cuestionario COCTS. Esto permitió analizar de manera sistemática y formal la evolución de las actitudes de los estudiantes a lo largo de la investigación. Los resultados de esta fase fueron útiles en el cálculo de las puntuaciones actitudinales por medio de los resultados del instrumento COCTS basados en la escala que proporciona el mismo. Se realizó un análisis de la tendencia actitudinal con los resultados obtenidos en el diario de campo y el cuestionario pretest y post test del COCTS aplicado durante la intervención, con el fin de identificar los cambios en las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia los métodos de las ciencias, aspecto fundamental para determinar el impacto de la metodología aplicada y analizar en qué medida se ven o no favorecidas las actitudes de los estudiantes.

Con las fases propuestas, evidenciadas en la figura 3. Se cumple con los objetivos planteados en función de la creación de material didáctico basado en un enfoque ABP, mediado por la implementación de un guion de TPL para favorecer las actitudes hacia los métodos de las ciencias, teniendo en cuenta que el profesor en formación debe proponer alternativas que le permitan el desarrollo de las prácticas experimentales en función de lo planteado en la teoría sin dejar de lado la rigurosidad científica de acuerdo con la disponibilidad de recursos que suele ser limitada en términos de infraestructura y reactivos con los que cuentan las instituciones educativas.

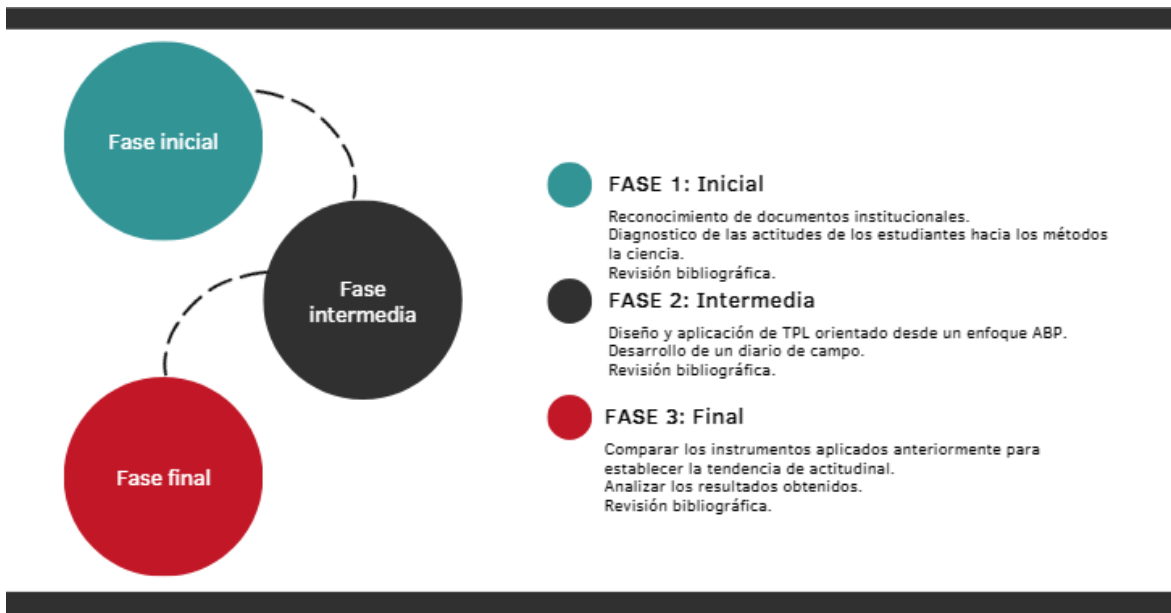


Figura 3. Fases metodológicas de la investigación. Elaboración propia.

3.5 Descripción de la metodología extendida

En este apartado se exponen aspectos adicionales sobre la construcción del material a microescala, las fuentes de recolección de la información y la validación de expertos.

3.5.1 Construcción instrumentos a microescala

Conviene analizar el electrodo que se construyó en este proyecto.

El electrodo de referencia de plata - cloruro de plata, que es ampliamente utilizado, según Skoog, Holler & Stanley (2017) consiste en un electrodo de plata sumergido en una disolución de cloruro de potasio (KCl) saturada, este electrodo resulta de conveniencia para múltiples análisis por sus características de uso a temperaturas mayores de 60 °C, además de ser menos contaminantes para el medio ambiente en comparación con el electrodo de calomelanos.

Existe diversa bibliografía que sugiere diferentes metodologías para la construcción de un electrodo “artesanal”, sin embargo, varían en la forma de conseguir el depósito de la especie química de interés, en este caso el AgCl. En ese sentido, para la obtención del depósito se utiliza una técnica denominada electrogravimetría sin control de potencial. Según Skoog et al. (2015) el procedimiento se basa en el uso de un cátodo de platino y un ánodo de plata, donde se realizará el depósito de cloruro de plata en el alambre de plata. Para efectos de la reducción de costos, se reemplaza el cátodo de platino, por otro alambre de plata de alta pureza. Esta

modificación no representa alguna afección en la consecución del depósito según (Inamdar et al., 2009). Así mismo, se caracteriza el proceso de potencial no controlado ya que el potencial que se aplica al sistema no es constante en el tiempo. En la construcción del electrodo propuesto se busca mantener un potencial entre 9 y 12 V o una intensidad de corriente cercana a los 17 mA. Para regular el paso de corriente se emplea una resistencia de 470Ω . Es necesario especificar que como electrolito y fuente de iones cloruro (Cl^-) se utiliza una solución de HCl de una concentración aproximada de 0.1 N, con estas condiciones, y por un tiempo menor a 10 minutos se logra obtener el depósito de AgCl.

En la figura 4, se presenta un esquema de referencia para el proceso de obtención del depósito por el método referenciado:

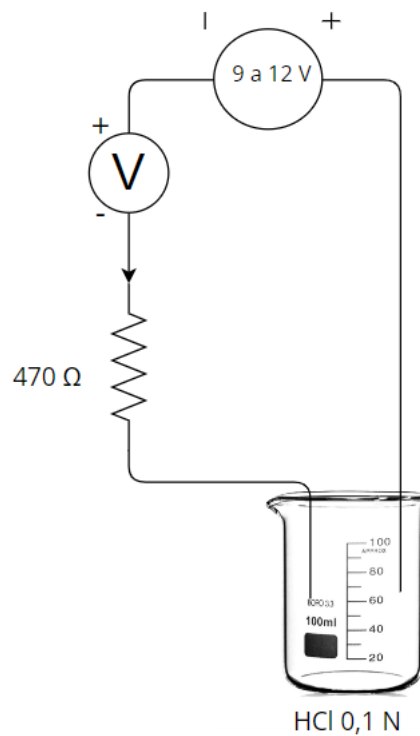
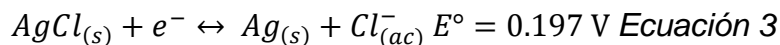
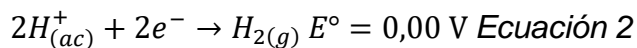
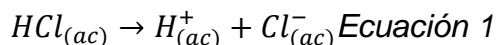
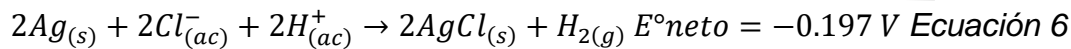
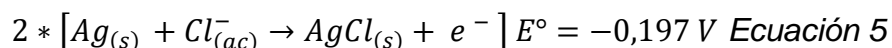
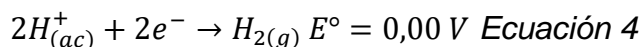


Figura 4. Representación de la electrodeposición. Elaboración propia.

Dada la finalidad de este trabajo, durante la construcción de este electrodo fue necesario un proceso de anodización y catodización, para lograr el depósito de cloruro de plata en el alambre de plata, de tal manera que las reacciones a tener en cuenta en la electrodeposición son:



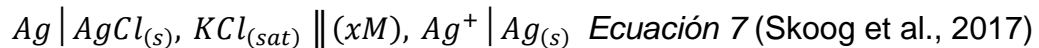
Y la ecuación redox que representa el proceso de electrodeposición es:



Como se evidencia en las reacciones anteriores, el potencial neto de la celda es negativo, lo que indica que la celda es electrolítica y la reacción es no espontánea en el sentido en que está escrita, por lo cual es necesario suministrar una corriente eléctrica externa para que la reacción sea espontánea, todo esto con el fin de poder realizar la electrodeposición de cloruro de plata.

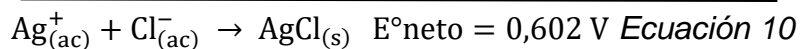
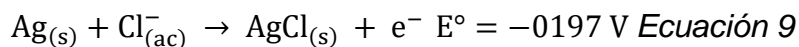
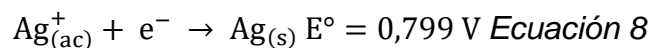
Por su parte un electrodo indicador según Harris & Lucy (2015) mide potencial cuya magnitud depende de la actividad de una o más especies en contacto con el electrodo. Esto significa que será el encargado de la detección del cambio en el potencial eléctrico de acuerdo con el análisis que se esté haciendo. Existen electrodos indicadores de primera, segunda y tercera clase. Estos dependen del material usado y su funcionalidad en determinado análisis. Para este proyecto se empleó una filigrana de plata como electrodo indicador, ya que este permite no solo la detección del catión Ag^+ sino que también responde a la actividad de haluros (I^- , Cl^- , Br^-), ya que forman ionógenos o compuestos poco solubles con el catión plata (AgI , $AgCl$, $AgBr$). Esta filigrana de plata (de alta pureza) se debe someter a un proceso de limpieza físico y químico. Existen diversos métodos de limpieza química, entre los que se encuentran el uso de soluciones diluidas de amoníaco y ácido acético o también existe la posibilidad de realizarlo con una solución de ácido nítrico diluida a una concentración aproximada de 0,1 N. Este último método fue el utilizado en este caso, tal como sugiere (Inamdar et al., 2009).

Una vez el electrodo está construido se configura una celda que permita ejecutar la técnica electroquímica, de tal manera que se obtiene la siguiente representación de celda:



En la anterior ecuación se representa la celda configurada, en donde se emplea el electrodo de Ag/AgCl como electrodo de referencia y un alambre de plata como electrodo indicador.

Esta celda puede ser usada en una titulación potenciométrica, por ejemplo, para la determinación de haluros en un analito de interés, de esta forma se propone la cuantificación de cloruros mediante una reacción de precipitación, usando nitrato de plata como titulante. De tal manera la ecuación de la celda se expresa:



La ecuación 10 representa la reacción estudiada por medio de la celda que se configuró con los materiales a microescala. El potencial neto es positivo, por tanto, la reacción es espontánea en el sentido en el que está escrita, lo cual es un requisito para la aplicación de un método volumétrico, para este caso particular una valoración potenciométrica.

3.5.2 Calibración de microelectrodo

Según la metodología presentada en los referentes conceptuales, se construyó el microelectrodo de referencia y se hizo el tratamiento para el electrodo indicador y se configura la celda mencionada. En ese sentido se procedió con la calibración de los electrodos construidos. Se realizó la curva de calibración utilizando NaCl grado técnico para la preparación de soluciones de concentraciones que van desde 0.02 M hasta 0.2 M. Se hace la lectura de un blanco que corresponde solamente al agua destilada.

Es importante aclarar que la relación entre la concentración y el potencial es logarítmica de acuerdo con la ecuación de Nernst, por tanto, la curva se construyó con el pCl en el eje X y la respectiva lectura de la fuerza electromotriz (fem) en el eje Y en mV. También se registra el tiempo en el que se obtiene la lectura estable de los estándares para determinar un tiempo promedio de espera hasta conseguir estabilidad en el valor medido. Es importante aclarar que no se utiliza ninguna especie química extra para nivelar la fuerza iónica del medio. En ese sentido se tienen las siguientes condiciones para el calibrado de los electrodos:

- ✓ Agitación constante de un nivel (mínima)

- ✓ Realizar la correcta limpieza de la filigrana de plata y secado al aire

A continuación, se presenta la tabla que resume la calibración, desde la preparación de soluciones hasta los valores obtenidos:

DATOS		Concentración M	Alicuota	pC	mV	t estabilidad (s)
[Stock] NaCl M	0.997	0.02	1.0	1.699	88	29
g de NaCl G.T	5.8557	0.04	2.0	1.398	73	21
Vol. mL	100	0.06	3.0	1.222	63	12
V final Pat mL	50	0.08	4.0	1.097	57	37
Pureza %	99.5	0.1	5.0	1.000	53	34
W.F NaCl (g)	58.44	0.12	6.0	0.921	49	25
		0.14	7.0	0.854	45	29
		0.16	8.0	0.796	42	18
		0.18	9.0	0.745	39	21
		0.2	10.0	0.699	35	9
		Total	55		t prom estabilidad (s)	23.50

Figura 5. Datos para la calibración del microelectrodo. Elaboración propia

3.5.3 Construcción de microbureta

Para justificar el uso de jeringas de insulina de 1 mL empleadas en la construcción de la microbureta que se encuentra en el TPL referenciado en el anexo 1 se cita el trabajo titulado “MICROBURETA A MICROESCALA TOTAL PARA TITULOMETRÍA” del doctor Alejandro Baeza (2003), en donde se encontró que la microbureta construida con la jeringa de insulina presentaba mayor precisión, esto se corroboró en un estudio haciendo uso de una prueba F para comparar las desviaciones estándar de una bureta comercial de 10 mL y la microbureta propuesta de 1 mL. Lo anterior para asegurar unas medidas precisas durante las prácticas analíticas.

3.5.4 Construcción microagitador

Para aprovechar las ventajas de brinda la química a microescala, se construyó un microagitador, el procedimiento completo se encuentra en el anexo 1. El microagitador magnético se fabricó con base en un ventilador de microprocesador, dos magnetos, una resistencia de 100 Ω y una fuente de energía. Lo anterior con el fin de tener todo el montaje a microescala para el desarrollo de la práctica propuesta en el TPL.

3.5.5 Implementación del guion de TPL y COCTS

La estructura del guion de TPL se desarrolla de acuerdo a los lineamientos que plantea Caamaño (2005) para la construcción de guiones de TPL enfocados en la investigación educativa, el presente guion de TPL Se estructuró en tres etapas, la

primera la construcción de material a microescala, la segunda es una práctica para la determinación de la concentración de cloruros en una muestra de sal de rehidratación oral a partir de una titulación potenciométrica y la última etapa refiere a la entrega de un informe para dar respuesta a una serie de cuestiones planteadas. En la tabla 5 se exponen la estructura del guion de TPL y los criterios de análisis en relación al TPL propuesto.

Tabla 5. Estructura guion TPL y criterios de análisis.

Fase	Objetivo	Evidencia
Planteamiento y percepción	Contextualizar el problema a resolver.	En la etapa 2 se brinda una contextualización de la situación problema a tratar con el ánimo de que los profesores en formación se interesen por la temática y lo relacionen con la vida cotidiana, en este caso de la concentración de cloruros presentes en sales de rehidratación oral.
Planificación	Decidir el método que se puede usar y planificar un procedimiento experimental que incluya cálculos. Proponer cuestiones estructuradas que guíen un diálogo y conduzcan a elaborar un proceso de resolución.	En la etapa 1 se propone el uso de la química a microescala como método para dar solución a la problemática planteada y se propone el método estándar con el ánimo de hacer una comparativa entre los resultados obtenidos en ambos métodos. Además de ello se proponen preguntas orientadoras y cálculos previos que permitan realizar hipótesis para dar solución al problema planteado.
Realización	Realizar un montaje experimental, toma de medidas y tratamiento numérico y gráfico.	En la etapa 2 se ofrecen los protocolos a seguir para el desarrollo de la práctica a microescala y escala estándar. En la etapa 3 se presenta un consolidado de preguntas que permiten que el profesor en formación analice en términos gráficos, numéricos y la aplicación en diferentes contextos de la información obtenida en la práctica de laboratorio.
Evaluación	Realizar una valoración de los resultados obtenidos en comparación con otros grupos de laboratorio y con los valores teóricos.	Teniendo en cuenta los componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales de acuerdo con la rúbrica de evaluación presentada en la tabla 7 se categorizan las respuestas de los profesores en formación. Como resultado de las preguntas planteadas se hace un análisis del tratamiento gráfico y numérico para determinar la pertinencia de los datos obtenidos en el laboratorio y por consiguiente los resultados presentados por cada grupo.
Comunicación	Redactar un informe y si es posible la comunicación oral	De acuerdo con las cuestiones planteadas en la etapa 3 se propone el desarrollo de un informe que dé respuesta a esas cuestiones.

Tomada y adaptada de Caamaño (2005).

La implementación de las etapas que conforman el guion de TPL se ejecutaron en un tiempo total de 15 horas, teniendo 2 sesiones remotas y 4 de manera presencial, en las que se implementó un consentimiento informado para los estudiantes (Anexo 3) el desarrollo del TPL y el pre y post test del cuestionario COCTS.

3.5.6 Diario de campo

Para complementar el análisis de las actitudes de los métodos hacia las ciencias predominantes en los estudiantes, se llevó un registro de lo vivenciado en la aplicación del guion de TPL y el cuestionario COCTS en un diario de campo, con el fin de favorecer el nivel explicativo de lo trabajado en el aula por medio del relato sistemático y la descripción de las situaciones cotidianas (Porlán y Marín, 2024).

Lo anterior permite favorecer el desarrollo de la categorización ya que posibilita ir más allá de las tendencias marcadas en el cuestionario, por lo cual se realizaron entrevistas semiestructuradas de acuerdo con los temas que se plantean en las cuestiones del COCTS, estas se evidencian en los registros del diario de campo que se encuentra en el anexo 4.

3.5.7 Validación del guion de TPL

En las fuentes de recolección de información se mencionó la valoración dada por un grupo de expertos, esta valoración fue realizada mediante un cuestionario teniendo en cuenta las siguientes categorías:

- **Conceptual:** En relación con indagar en qué medida el guion de TPL proporciona a los estudiantes una base sólida de conocimiento y habilidades que les permita tener una mejor comprensión en relación con el concepto oxido-reducción en las titulaciones potenciométricas aplicada en el contexto a microescala y estándar.
- **Actitudinal:** Evalúa la manera en que el guion de TPL favorece la progresión actitudinal y muestra la química a microescala como alternativa para el desarrollo experimental en química, teniendo en cuenta dos metodologías experimentales que pueden aplicarse para el desarrollo del conocimiento en química, sin dejar de lado que todo lo mencionado pretende la progresión actitudinal de los profesores en formación hacia los métodos de las ciencias.
- **Procedimental:** Busca proporcionar a los estudiantes herramientas para el desarrollo del material a microescala y su aplicación en diversos contextos al realizar procesos comparativos que involucran ejercicios teóricos, recolección desde de resultados experimentales obtenidos por diferentes métodos y proposición de ideas sobre cómo mejorar los experimentos planteados en concordancia con su formación docente.

Es importante mencionar que los evaluadores fueron seleccionados de manera deliberada debido a que sus perfiles profesionales les permitieron ofrecer una

perspectiva amplia sobre la enseñanza de los aspectos relacionados con la naturaleza de ciencia. De acuerdo con las categorías a evaluar se plantea una rúbrica de validación que se encuentra en el anexo 2.

3.5.8 Evaluación del guion de TPL

Para conocer la percepción inicial de los 17 estudiantes que hicieron parte de esta investigación se empleó el cuestionario COCTS mencionado en los referentes conceptuales durante dos momentos, el primero antes de implementar el guion de TPL diseñado y después de la implementación de este. Las respuestas a las cuestiones en los dos momentos pre y post test fueron agrupadas en adecuadas (A), plausibles (P) e ingenuas (I) y posteriormente se aplicó la métrica proporcionada por el COCTS para poder establecer la progresión actitudinal.

Para poder categorizar las actitudes hacia los métodos de las ciencias de los profesores en formación una vez aplicado el guion de TPL, se plantea la rúbrica de evaluación descrita en la tabla 7 teniendo en cuenta las cuestiones planteadas en los componentes procedimental, actitudinal y conceptual.

ASPECTO/CRITERIO	INGENUO	PLAUSIBLE	ADECUADO
CONCEPTUAL	El estudiante presenta dificultades para la comprensión de los principios de las titulaciones potenciométricas en ambos métodos. Su explicación de los fenómenos de óxido- reducción y precipitación estudiados contienen imprecisiones de carácter conceptual.	Las explicaciones que el estudiante ofrece a los distintos fenómenos que ocurrieron en la elaboración del material y posterior aplicación son acordes a lo esperado para el nivel en el que se encuentra con relación al manejo de conceptos básicos de oxido reducción. Identifica de manera correcta las fortalezas que tienen los métodos empleados y por tanto realiza de forma adecuada los análisis derivados de procedimientos y conceptos teóricos.	El estudiante comprende satisfactoriamente las ventajas y desventajas que ofrecen los diferentes métodos empleados para el análisis. Además, su explicación sobre los fenómenos químicos es adecuada en términos conceptuales y de manejo del lenguaje propio de la técnica. Por otra parte, presenta explicaciones sobre posibles modificaciones para los métodos empleados con el fin de mejorar los resultados obtenidos.
PROCEDIMENTAL	El estudiante tiene dificultades en la construcción de los materiales a microescala, dado que las precauciones que toma son insuficientes para la correcta elaboración de los mismos; por otro lado, en el método estándar demuestra errores en el manejo del equipo y por tanto los resultados que obtiene del análisis son de baja calidad.	La construcción del material a microescala es realizada de forma cuidadosa y coherente, para el método estándar comprende los principios básicos del funcionamiento del equipo, lo que conlleva a que obtenga medidas de buena calidad, aunque presente dificultad en el análisis de los datos y comparaciones con los modelos teóricos.	El material a microescala es construido de manera adecuada y contando con las precauciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema. Además, el estudiante comprende de manera correcta el funcionamiento de ambos métodos, la importancia de la calibración y estandarización de equipos y reactivos usados en la práctica, lo que lo lleva a la recolección de medidas de excelente calidad, demostrando habilidad para el descarte de datos anómalos y realizar comparaciones con modelados teóricos.
ACTITUDINAL	Las afirmaciones del estudiante expresan inclinación por la escala estándar para abordar los espacios de laboratorio, limitando la implementación de material a microescala y mostrando dificultad para asociar las ventajas de la metodología con las posibles dificultades que se pueden encontrar en términos de infraestructura física, disponibilidad de reactivos y el manejo de los mismos, lo que desfavorece su capacidad para resolver situaciones problemáticas desde diferentes contextos.	El estudiante expresa en sus afirmaciones el uso de la química a microescala como alternativa a la falta de espacios y disponibilidad de reactivos como estrategia didáctica para abordar la química de manera experimental en los espacios de laboratorio. Sin embargo, presenta dificultades en la proposición de la resolución de las diferentes problemáticas expuestas en el guion de TPL.	En las afirmaciones del estudiante se favorece el uso de diversas metodologías en la resolución de problemáticas aplicadas en contextos variados, además propone otras alternativas en las que usaría el método como estrategia didáctica, encontrando relaciones favorables entre la optimización de costos y manejo de residuos, sin dejar de lado la rigurosidad científica en los métodos experimentales, lo que resulta favoreciendo el aprendizaje.

Tabla 6. Rúbrica de evaluación guion de TPL.
Elaboración propia.

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de las diferentes etapas metodológicas mencionadas en el capítulo anterior. En concordancia con los objetivos planteados, se presenta un análisis preliminar de las actitudes hacia las ciencias de los profesores en formación objeto de estudio según el análisis hecho con las respuestas del cuestionario COCTS.

A partir de las puntuaciones directas asignadas por los estudiantes en cada categoría para cada cuestión, se realiza una transformación para convertirlas en puntuaciones actitudinales, mediante el cálculo del promedio de estas puntuaciones transformadas de acuerdo a la métrica proporcionada por el COCTS, se obtiene el índice actitudinal para cada una de las cuestiones. Por medio de este valor se puede dar a conocer específicamente la promoción actitudinal en términos de cambio en las percepciones de los estudiantes.

En la figura 6 se evidencian los cambios observados en las actitudes antes del pilotaje del guion de TPL y después del pilotaje por medio del cálculo de los índices globales ponderados; el grado de promoción actitudinal luego del pilotaje del TPL se evalúa a continuación desde el análisis de los cambios generados en algunas cuestiones del COCTS.

Finalmente se presenta la gráfica obtenida para el índice actitudinal global ponderado que es de utilidad para determinar la progresión general de las actitudes, todo ello sin realizar una diferenciación por afirmaciones que permitan dar cuenta de un análisis mucho más específico, así pues, la figura 6 muestra un cambio actitudinal favorable para las cuestiones 60111 y 90631.

Las anteriores cuestiones hacen parte de las motivaciones y la aproximación a las investigaciones, características que son importantes para las actitudes según (Zambrano et al., 2022). Las cuestiones 10111, 10411, 40411, 80131, 90511 y 91011 que representan diferentes temas no presentan variaciones significativas, aunque presentan una diferencia negativa, por lo que se requiere un análisis detallado para determinar la influencia de la aplicación del TPL sobre las cuestiones citadas anteriormente.

Por último, las cuestiones que presentan un cambio actitudinal desfavorable en las cuestiones 60421 y 90651 que representan las características de los científicos y la naturaleza del conocimiento científico respectivamente. Esta disminución puede tener lugar entre muchos factores por la transformación de la visión del que hacer científico por parte de los docentes en formación. Sin embargo, se profundizará el

análisis para determinar las causas del desfavorecimiento en las cuestiones mencionadas, usando de apoyo un diario de campo empleado en el proceso de intervención del proyecto, lo anterior con el fin de determinar con mayor precisión algunas actitudes que se presenciaron en el aula.

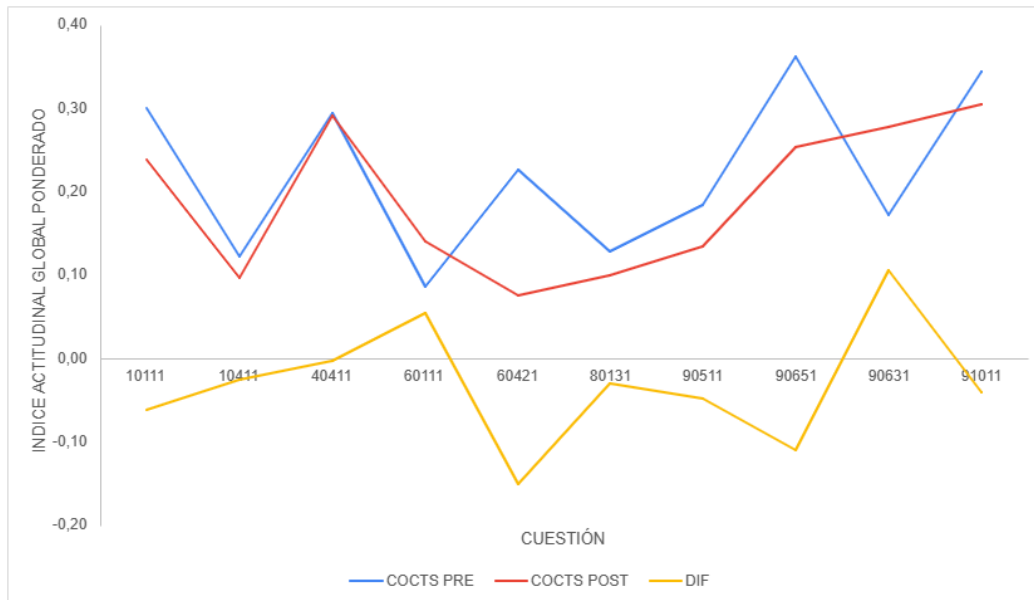


Figura 6. Índices actitudinales globales ponderados pre y post test.

Por otra parte, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la construcción, calibración y posterior aplicación de los materiales a microescala construidos. Posteriormente se realiza la comparación con el método a escala estándar y se comparan las respuestas obtenidas en la aplicación del post-test para determinar la progresión actitudinal.

En la figura 7, se presenta la curva de calibración del microelectrodo construido, el potencial de iones cloruro pCl ($pCl = \log [Cl^-]$) en función de la fem en mV

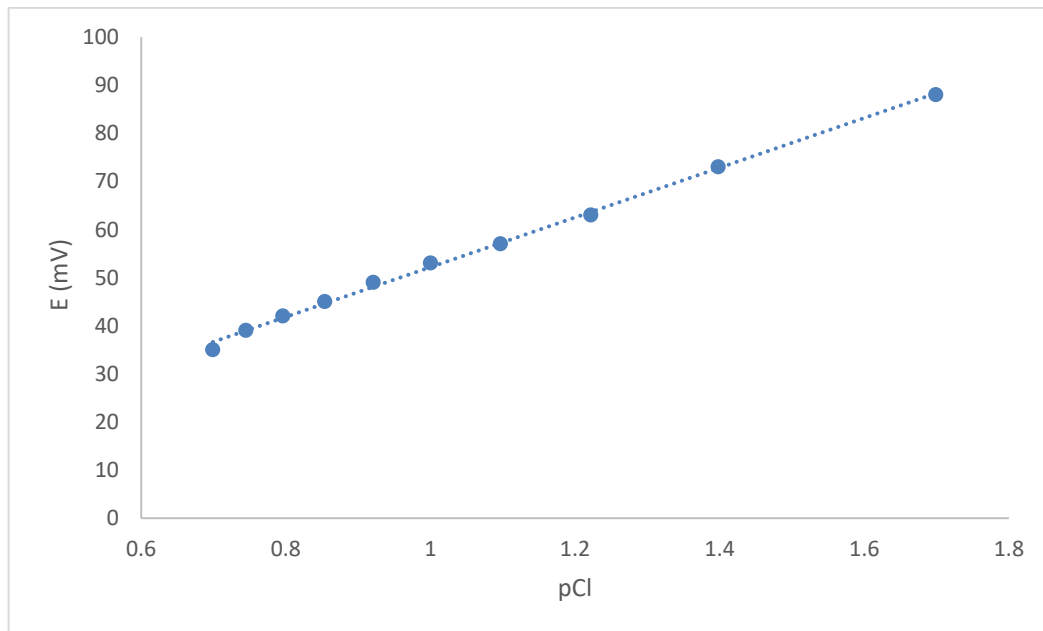


Figura 7 Curva de calibración. Elaboración propia.

Aplicando la estadística pertinente para la calibración del microelectrodo que se encuentra en el anexo 5 se obtienen los datos reportados en la tabla 7 con el 95% de confianza:

Para una ecuación de la recta de la forma:

$$y = bx + a$$

Tabla 7. Datos estadística de calibración para el microelectrodo.

Parámetro	Valor
Pendiente (b)	$b = 51.694 \pm 0.559$
Intercepto en eje y	$a = 0.484 \pm 0.895$
Coefficiente de Correlación de Pearson (R^2)	$R^2 = 0.9979$
Límite de detección (mV)	$LOD_y = 212.38 \text{ mV}$
Límite de detección (ppm)	$LOD_x = 8.0 \times 10^{-5} \text{ M o } 2.82 \text{ ppm}$

Elaboración propia.

La curva de calibración muestra buena relación lineal de la medida de los patrones leídos de acuerdo con el valor del coeficiente de correlación de Pearson que presenta un valor de 0.9998. Es importante aclarar que hay un punto alejado de la serie de patrones preparados, este punto corresponde a la medida del blanco (agua destilada) cuyo valor fue calculado por interpolación de la curva inicial arrojando un valor de $8,85 \times 10^{-5} \text{ M}$ o 3.14 ppm de iones cloruro. Teniendo en cuenta que la curva

inicial de los patrones oscila en valores de concentraciones entre 0.02M y 0.2M el procedimiento para el cálculo del blanco fue necesario y corrobora la excelente sensibilidad del microelectrodo para detectar sustancia en bajas concentraciones, tal como se evidencia en los referentes teóricos.

Con respecto a la aplicación del material construido se propuso el análisis de cloruros contenidos en suero oral, este tipo de análisis fue el desarrollado en la guía de TPL que se puede consultar en el anexo 1. De esa forma se realiza el análisis de cloruros totales y se compara la respuesta del método a microescala contra la respuesta del método convencional utilizando el electrodo de referencia de la universidad que se encuentra descrito en el anexo 6, y empleando una filigrana de plata como electrodo indicador.

En la figura 9 y 10 se presentan la curva generada por el método a microescala y a escala estándar respectivamente, también se realiza una comparativa con un modelo químico-matemático teórico para evidenciar el comportamiento de las curvas de titulación potenciométrica para la valoración de ion cloruro con el ion Ag^+ , además de ello se presentan el tratamiento de los datos obtenidos a través de la primera y segunda derivada que se evidencian en el anexo 7.

La curva obtenida a partir de la microvaloración potenciométrica se muestra en la figura 8.

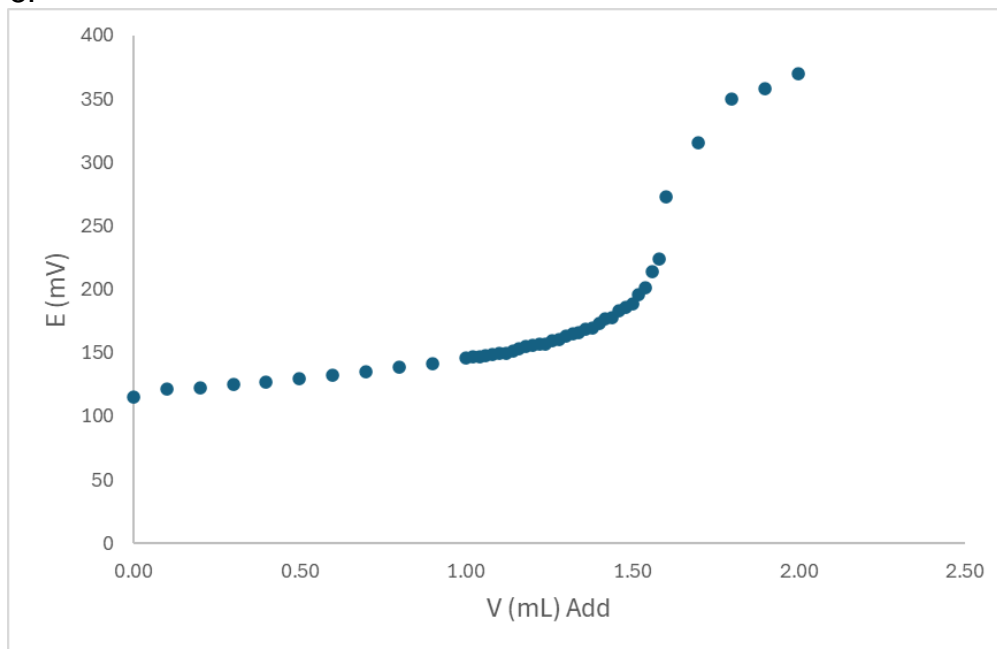


Figura 8. Curva potenciométrica generada por el equipo a microescala. Elaboración propia.

De acuerdo con las gráficas citadas en el anexo 7 correspondientes al tratamiento matemático de la primera y segunda derivada se determinó el volumen en el punto de equivalencia en este caso corresponde a 1,59 mL con un potencial de: 260.42 mV. Aplicando los cálculos pertinentes se determina que el suero de rehidratación oral marca "solhidrex" tiene 0,491% m/V en cloruros según el método a microescala; el sobre presenta según etiqueta 0.457% m/V en cloruros, por lo que el porcentaje de error relativo es de 7,4%

De acuerdo con la metodología, el mismo trabajo experimental se realiza con el equipo a escala estándar obteniendo la curva que se evidencia en la figura 9:

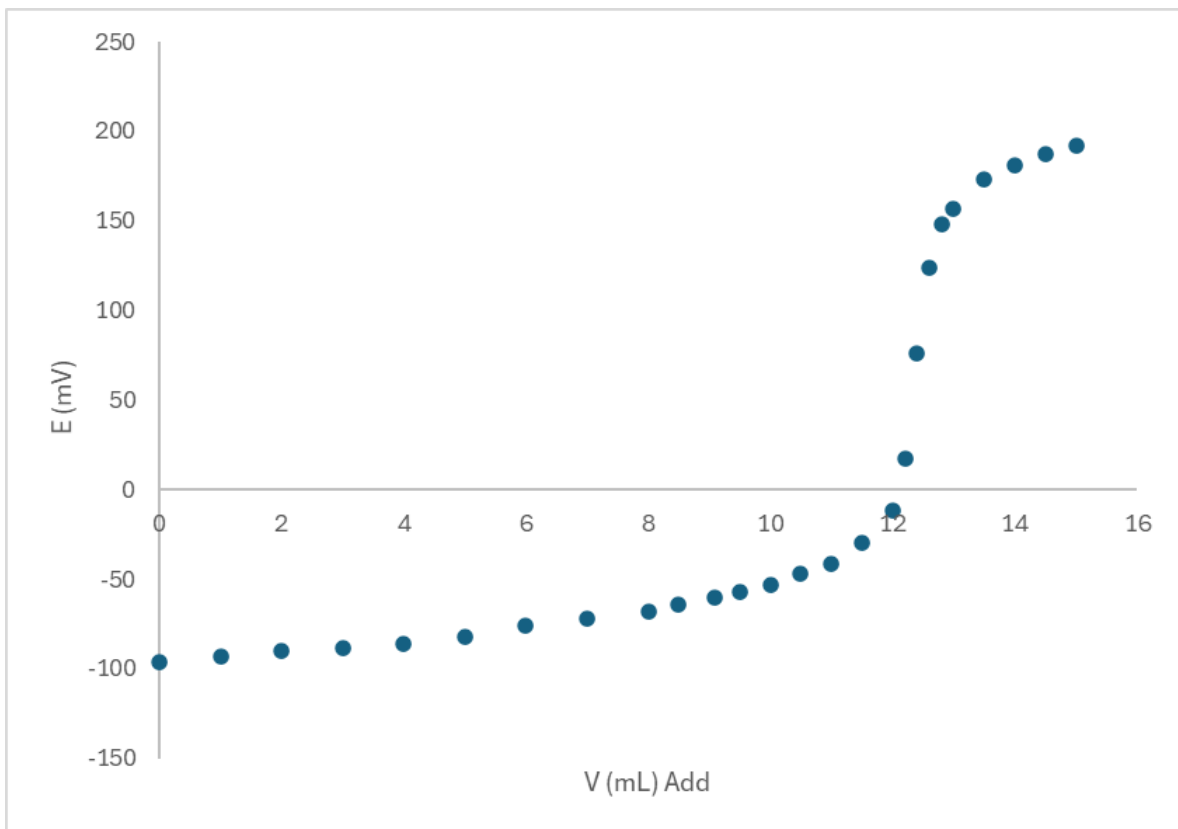


Figura 9. Curva potenciométrica generada por el equipo estándar. Elaboración propia.

El tratamiento matemático también se aplica a los datos obtenidos por el método estándar, las gráficas se presentan en el anexo 8, se calcula el volumen en el punto de equivalencia, obteniendo un valor de 12,42 mL y un potencial de equivalencia de 76.44 mV. Desarrollando los cálculos adecuados se determina que el % m/v de cloruros en el suero oral corresponde a 0.474% obteniendo un valor en el porcentaje de error del 3,72%.

Adicionalmente y con ánimo de comparar los dos métodos con lo estipulado en la teoría se realiza un modelo químico-matemático presentado en los anexos 9 y 10 para predecir la curva de titulación potenciométrica de los métodos a microescala y escala estándar respectivamente con cada uno de los volúmenes empleados, a partir de las curvas obtenidas de manera teórica en el modelo químico-matemático, se puede evidenciar una mejor tendencia en la curva obtenida a partir del material a microescala, esto se debe a que el microelectrodo presenta una mayor sensibilidad y por lo tanto una mejor precisión en la toma de los resultados, lo que permitió replicar el diseño de manera efectiva en la implementación del guion de TPL.

Obteniendo a partir de la aplicación del diseño a microescala los resultados de la práctica de determinación de cloruros en una sal de rehidratación oral de los profesores en formación (PFS) que se cita en la figura 10.

<i>PFS</i>	<i>% m/V</i>
PF16, PF18	0.44
PF5, PF6	0.43
PF13, PF14	0.40
PF8, PF10	0.43
PF12, PF11,PF17	0.46
PF3, PF7,PF19	0.45
PF4, PF9,PF11	0.48
PROMEDIO	0.44

Figura 10. Concentración de cloruros por parte de los profesores en formación.

A partir de los resultados se puede afirmar que el método a microescala presenta medidas confiables para el análisis realizado, se calculó el promedio de los resultados obtenidos y se destaca el bajo porcentaje de error de los instrumentos construidos por los profesores en formación en comparación con el método estándar, ya que el promedio de los resultados obtenidos a microescala presenta un porcentaje de error relativo del 3.3% en comparación con el 3.72% reflejado en el método estándar.

En el anexo 11 se presentan las gráficas construidas por los PF5-PF6, PF16-PF18 Con el fin de resaltar la forma y proyección al hacer uso del material a microescala.

4.2 Análisis de resultados

Cuestión 80131

La cuestión relaciona la decisión de usar una nueva tecnología dependiendo de las ventajas o desventajas que esta pueda traer a la sociedad, las afirmaciones que integran la cuestión presentaron una tendencia hacia las actitudes de tipo A de acuerdo con el índice actitudinal medio por cuestión pre y post test, teniendo un resultado en el pretest de 0.24 y un resultado de 0.36 en post test, obteniendo una diferencia del 0.11.

Por lo que la decisión de usar una nueva tecnología depende de algo más allá de las ventajas o desventajas que puede ofrecer a la sociedad, el diseño construido por los estudiantes presenta ventajas en términos de presupuesto al ser más económico que los materiales estándar de laboratorio y en términos de eficiencia, el diseño cumple con su función y presenta resultados similares a los esperados con un equipo más especializado, características que destacan la afirmación (frase B) y se ven evidenciadas en la red del componente actitudinal en relación con las ventajas de la microescala percibidas por los estudiantes.

Además, la percepción de que el uso de nuevas tecnologías va más allá de las ventajas que pueda traer a la sociedad también se evidencia en las respuestas de las entrevistas semiestructuradas trabajadas en diferentes sesiones de clase en donde PF7 *menciona que es más que todo un avance didáctico ya que según su percepción el método debe ser más riguroso y preciso.*

En relación con las afirmaciones de tipo P e I, se puede explicar la tendencia que se obtuvo en contraste con el pretest, presentando una diferencia de -0.17 y -0.25 respectivamente, esta progresión se debe a que a pesar de que el diseño de TPL pudo presentar desventajas como el manejo de la escala, el entendiendo de cómo funciona la llave de tres pasos, también presenta algo más allá de solo ventajas en cuanto al costo y reducción de los reactivos ya que puede entenderse se acuerdo con el PF4 *como un avance instrumental que apoya la práctica de laboratorio obteniendo también resultados confiables y precisos como con el método tradicional experimental.*

Cuestión 10111

La cuestión fue seleccionada para observar el cambio en el concepto de ciencia y analizar la transformación que se tuvo posterior a la implementación del TPL. En general y según la gráfica de índices medios por cuestión, las tres afirmaciones demuestran una progresión en comparación con el pretest, en donde se obtuvo para las afirmaciones de tipo A un valor de 0.21, tipo P 0.14 y de tipo I 0.55. Por su parte

los resultados que se obtuvieron en el post test fueron para las afirmaciones adecuadas, plausibles e inadecuadas 0.23, 0.07 y 0.42 respectivamente.

En ese sentido y como parte de la transformación del concepto de ciencia, las afirmaciones muestran conceptos referentes a que en ciencias se involucran leyes y teorías que explican el mundo (Frase B), lo cual se favoreció con el proyecto, pues los instrumentos construidos se aplicaron en un espacio práctico que permite corroborar fenómenos basados en leyes y teorías; para el caso estudiado se involucran leyes como la de Faraday o la Ley de la conservación de la materia que lograron estudiar en el contexto brindado.

De igual forma en las frases adecuadas se incluyen ideas de ciencia que la relacionan con un proceso de investigación sistemático y que termina aportando un conocimiento, para el caso del proyecto, los profesores en formación pudieron evidenciar que el diseño y construcción de equipos de laboratorio se caracteriza por ser un proceso sistemático que involucra saberes específicos como el concepto de reacción redox o la técnica de titulación; y que con la implementación del mismo permite llegar a estudiar una problemática y finalmente nutrir un conocimiento, el PF12 menciona que *“la construcción de los microelectrodos permiten entender conceptos ya que al ser un diseño innovador implica el saber teórico para poder llevarlo a cabo en la práctica.”*

De igual modo, las frases P e I (A, C, D, E, F, G, I) refieren conceptos que podrían ayudar a definir ciencia, particularmente se mencionan ideas referentes a la interdisciplinariedad (interacción de áreas como la biología, química, física entre otras), el diseño y la realización de experimentos, y el descubrimiento de conocimientos producto del trabajo de científicos, que aunque son ideas que pueden nutrir el concepto de ciencia, por si solas resultan insuficientes para definir que es ciencia, por lo anterior se explica el favorecimiento en la selección de las frases adecuadas.

Cuestión 10411

La cuestión afirma que la ciencia y la tecnología están relacionadas entre sí, en la categoría se evidencia un desfavorecimiento hacia las actitudes adecuadas ya que el índice medio por cuestión presenta una diferencia negativa de -0.25 ; el desfavorecimiento de la frase B que relaciona la investigación científica con las aplicaciones prácticas tecnológicas, puede explicarse con las intervenciones que los estudiantes realizan durante los espacios de discusión entendiendo que los métodos a microescala aplicados presentan un avance de tipo didáctico y no tecnológico en la sociedad, esto puede ser justificado por el concepto que presentan los profesores en formación frente a la cuestión tecnológica en donde el PF4 incluye aspectos de mejora del diseño para ser más técnico *“implementando una*

protoboards, materiales de mejor calidad, el uso de planos o representaciones gráficas que permitan comprender mejor el proceso, además de las facilidades de ensamblaje y operaciones que caracterizan un diseño tecnológico"; teniendo en cuenta lo anterior y las características del diseño propuesto es comprensible la disminución en la selección de afirmaciones que involucren ideas con un avance tecnológico toda vez que el diseño propuesto es pensado en términos de reducción de costos y promoción del uso de materiales de fácil y económica adquisición.

En relación con las afirmaciones de tipo plausible e ingenua, presentan disminución en su elección porque en todas ellas se relacionan ampliamente la ciencia y la tecnología, lo que no es acorde con las percepciones de los estudiantes sobre el proyecto realizado.

Cuestión 60421

La cuestión afirma que los mejores científicos tienen la paciencia y determinación necesarias para superar la frustración y el aburrimiento, la afirmación adecuada presenta un desfavorecimiento ya que en la diferencia obtenida por el índice medio por cuestión pre y post test se obtiene un valor negativo de -0.08 .

En la frase C de esta afirmación, se menciona que los científicos no pueden afrontar la frustración y tienen grados variables de paciencia como cualquier otra persona, este desfavorecimiento se ve evidenciado durante la construcción del microagitador y el entendimiento de las conexiones para que este funcione, el proceso de anodización y catodización del electrodo debido a que los profesores en formación presentaron dificultades en el entendimiento de la polaridad que se necesitaba para que fuera efectivo el depósito de cloruro de plata en el alambre de plata esto se evidencia en el componente conceptual; y la dificultad para un procedimiento operacional correcto en el manejo de la microbureta.

Por su parte, las afirmaciones de tipo plausible e ingenua obtenidas en el pretest arrojaron un valor de 0.09 y 0.34 respectivamente; en el post test se obtuvo para las afirmaciones plausibles un valor de 0.06 y 0.13 en las afirmaciones de tipo ingenuo. En correspondencia con las afirmaciones de tipo P, particularmente en la frase C, menciona que la paciencia y determinación son parte del trabajo, sin estas los científicos no obtendrían resultados correctos, tuvo una progresión actitudinal una vez aplicado el TPL, esto se debe a que los profesores en formación no tenían tanta práctica con la microescala por lo que se tuvo que repetir la práctica dos o tres veces, como es el caso de los PF12, PF15 y PF17, mejorando la técnica y consecuentemente los resultados. Por su parte las afirmaciones de tipo ingenua también presentaron una progresión.

En la frase D, se menciona que los científicos no son suficientemente inteligentes para evitar la frustración y el aburrimiento ya que estos suponen una dificultad para llegar al éxito, este favorecimiento es debido a que los profesores en formación evidenciaron durante las etapas del TPL que la frustración hace parte del trabajo científico y que a pesar de que se pueden presentar problemas técnicos, estos fueron solventados en pro de seguir con el experimento, lo que conduce no solo un avance en cuanto al diseño sino también a poder minimizar los errores que se pueden generar en la práctica, promoviendo así la capacidad de resolución de problemas de acuerdo a las herramientas disponibles según Martí et al. (2010). Lo anterior se promueve usando la microescala mediada por el ABP.

Cuestión 90651

Esta cuestión tiene en cuenta que los científicos no deberían cometer errores porque estos retrasan el avance de la ciencia, la afirmación de tipo A (D) se mantiene constante en la valoración pretest-postest con un valor de 0.52, esta frase D relaciona que los errores pueden conducir a nuevos descubrimientos o avances, durante la aplicación del TPL se evidencia en las modificaciones que se realizaron durante la titulación para que el montaje a microescala funcionara de manera adecuada, posterior a la aplicación del guion de TPL sujetos como el *PF13 sugerían que hay que entender el porqué de los errores* y el *PF12 indican que hacer ciencia implica más en equivocarse que en acertar*.

De igual manera las afirmaciones de tipo P se mantienen constantes arrojando un valor pre y post test de 0, el valor equivalente del índice entre ambas pruebas sugiere que no hay una modificación en las percepciones de los docentes en formación con relación a los errores en el trabajo de los científicos, esto está relacionado con la idea recurrente en el grupo de que los errores hacen parte de la ciencia y que gran parte de los avances de los que se disfrutan hoy en día han tenido relación con un error o una situación que no fue prevista.

Por su parte las afirmaciones de tipo ingenuas presentan un valor el pretest de 0.42 y un valor en el pretest de 0.09. En la frase B se menciona que los errores pueden retrasar el avance de la ciencia, sin embargo, en lo evidenciado en la práctica realizada con los estudiantes se denota que los errores no pueden evitarse, pero se pueden tomar medidas para avanzar y obtener buenos resultados, el progreso se ve justificado en la mejora sobre la apreciación de la importancia de los errores que aunque se traten de evitar van a estar presentes, esta situación se ve reflejada en la oportunidad de repetir el experimento las veces que consideraran necesario, ventaja que presenta la microescala y que contribuye a reducir la presión de tener éxito en el primer intento; lo anterior explica la mejora en los valores de índices medios por cuestión obtenida en el post test.

4.3 Componente conceptual

A continuación, se presentan las redes generadas por el software Atlas TI que servirán de apoyo para complementar el análisis de los resultados obtenidos en los informes de laboratorio en términos de las categorías conceptual, procedimental y actitudinal plasmadas en la rúbrica de evaluación del TPL que se encuentra en la tabla 7 y que serán esenciales para categorizar la actitud hacia las ciencias de los grupos de laboratorio y además determinar de qué forma se potenciaron los componentes conceptual y procedimental con la aplicación del TPL.

De acuerdo con lo anterior se presenta la red generada para el componente conceptual en la figura 11.

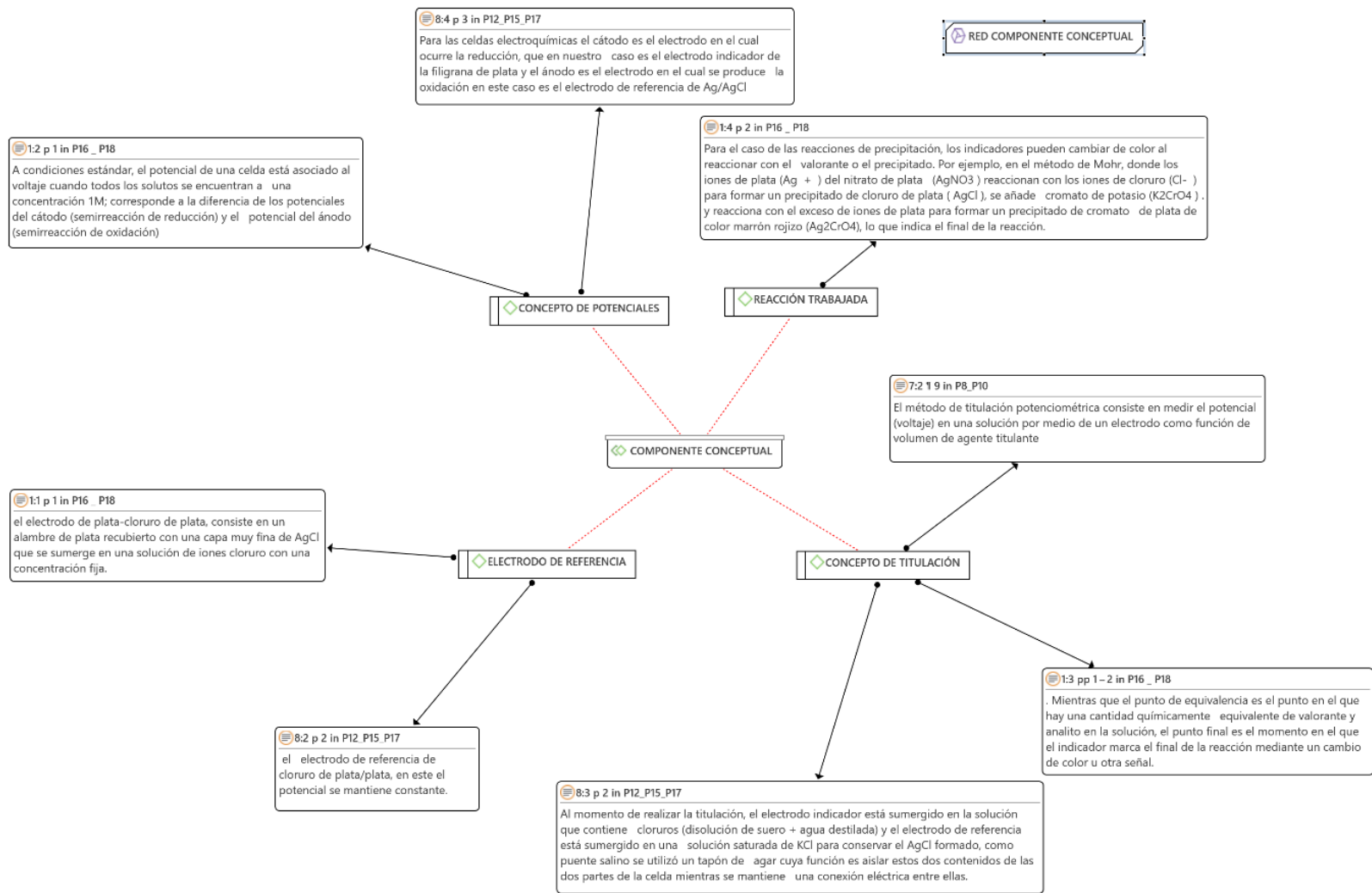


Figura 11. Red componente conceptual. Elaboración propia.

El componente conceptual tuvo una progresión una vez aplicado el guion de TPL, debido a que los estudiantes favorecieron sus apreciaciones conceptuales en torno a temáticas que involucran conceptos de reacciones de oxido-reducción, a pesar de que no tenían una interacción con las temáticas redox de forma aplicada, pese a estar en el ciclo de profundización de acuerdo con el plan de estudios del programa de licenciatura en química.

En ese sentido la red resume algunos de los conceptos que sustentan el avance por parte de los profesores en formación con el proyecto aplicado, entendiendo que a nivel conceptual el desarrollo de los instrumentos a microescala y particularmente el microelectrodo involucran un manejo adecuado del concepto de reacciones redox, potenciales de celda y representaciones esquemáticas.

Las anteriores temáticas hacen parte de las dificultades que se presentan en el abordaje de la electroquímica. Así mismo el contexto desarrollado permite no solo el trabajo en las temáticas mencionadas; además, involucra de manera directa la aplicación de los conceptos en técnicas analíticas y sobre todo asociadas a la vida cotidiana. La inclusión de un contexto tan simple, pero que al mismo tiempo se pueda desarrollar en cualquier lado y con materiales que son accesibles configura una metodología alterna para el abordaje de la electroquímica desde un enfoque práctico (Goes, et al., 2020).

En función de todo ello, varios de los grupos presentaron conceptos técnicos que demuestran que mientras se trabaja el contexto propuesto se puede llegar a un desarrollo conceptual de un nivel adecuado, por ejemplo los PF12, PF15, PF17 exponen: *“Para las celdas electroquímicas el cátodo es el electrodo en el cual ocurre la reducción, que en nuestro caso es el electrodo indicador de la filigrana de plata y el ánodo es el electrodo en el cual se produce la oxidación en este caso es el electrodo de referencia de Ag/AgCl”*.

En la figura 12 se resume el nivel que predomina en cuanto al componente conceptual alcanzado por cada grupo.

CATEGORÍA/GRUPOS	CONCEPTUAL		
	INGENUO	PLAUSIBLE	ADECUADA
PF 16,PF 18			X
PF13,PF14	X		
PF5, PF6	X		
PF3,PF7,PF19	X		
PF4,PF9,PF11	X		
PF8,PF10	X		
PF12,PF15,PF17			X

Figura 12. Desempeño de los profesores en formación para el componente conceptual. Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 12, la mayoría de los grupos presentan una tendencia ingenua; sin embargo, es necesario recalcar que, aunque los PF presenten tendencias conceptuales ingenuas, no significa que no hayan alcanzado una progresión en términos conceptuales. De esta forma se trae a colación la construcción del microelectrodo, cuyo fundamento electroquímico fue explicado parcialmente por algunos de los grupos, omitiendo aspectos clave que los llevarían a expresar una tendencia plausible o adecuada. Así mismo, los PF fueron capaces de plantear modelos químico matemáticos que les permitieron hacer una comparativa entre los diferentes métodos que se trabajaron; la capacidad de predecir curvas potenciométricas entonces sugiere una mejora en términos conceptuales dada la necesidad de emplear conceptos como potenciales estándar, celdas electroquímicas y electrodos de referencia e indicadores, que son necesarios para predecir este tipo de curvas. Así pues, que los estudiantes presenten una tendencia ingenua se explica por la dificultad en el tratamiento matemático de los datos, una situación que afecta de manera significativa los resultados obtenidos en el laboratorio y que de acuerdo con la rúbrica de evaluación del TPL esta dificultad debe ser corregida para expresar una mejor tendencia en términos conceptuales.

4.4 Componente procedimental

Se presenta la red generada para el componente procedimental en la figura 13.

En cuanto al componente procedimental se presenta una progresión debido a que los profesores en formación identifican que debe haber una calibración del material, presentan propuestas para mejorar el diseño experimental, comprenden el funcionamiento de ambos métodos, destacando que la práctica a microescala presenta resultados de alta precisión y confiables; a través del manejo de datos, es posible asegurar que los resultados obtenidos con Microescala son tan válidos como los que se generan por técnicas convencionales (Hernández-Abad et al., 2007).

De acuerdo con lo anterior la red conceptual destaca características que justifican la progresión de los profesores en formación una vez aplicado el guion de TPL entendiéndose que a nivel procedimental se busca la construcción de equipo a microescala de manera fundamentada y su buen funcionamiento, obteniendo resultados de calidad, demostrando habilidad para el descarte de datos anómalos y poder realizar comparaciones con modelados teóricos que dan cuenta de la rigurosidad que presentan ambos, métodos que se deben tener en cuenta durante la experimentación en química por lo que la apreciación que da el PF6 y PF5 *“la microbureta y el microelectrodo de referencia fueron bastante útiles ya que en principio nos permiten observar que la ciencia puede construirse desde una manera menos técnica y no por ello necesariamente deja la rigurosidad de lado”* es relevante, ya que la microescala, además de ser una alternativa didáctica ofrece como ya se ha mencionado en líneas anteriores resultados precisos y certeros.

Por otra parte y teniendo en cuenta que se pueden presentar algunas modificaciones que contribuyen al mejoramiento del diseño experimental como lo mencionan los PF5 Y PF6 *“Algunos materiales podrían modificarse para que sean mucho más resistentes y por tanto su vida útil más amplia”*, por su parte los PF12, PF15 Y PF17 sugieren *“Una jeringa de mayor capacidad de volumen para el aforo, que es la horizontal”* estos aspectos dan cuenta de esta progresión ya que la enseñanza experimental de la química no debe verse como un proceso repetitivo, en donde los estudiantes se limitan a seguir instrucciones sin reflexionar.

Es fundamental considerar la perspectiva de los estudiantes sobre su aprendizaje y en función del ABP fomentar su participación activa en la adquisición no solo de técnicas en el laboratorio sino también de habilidades y actitudes que les serán útiles en su futuro profesional como docentes (Hernández-Abad et al., 2007).

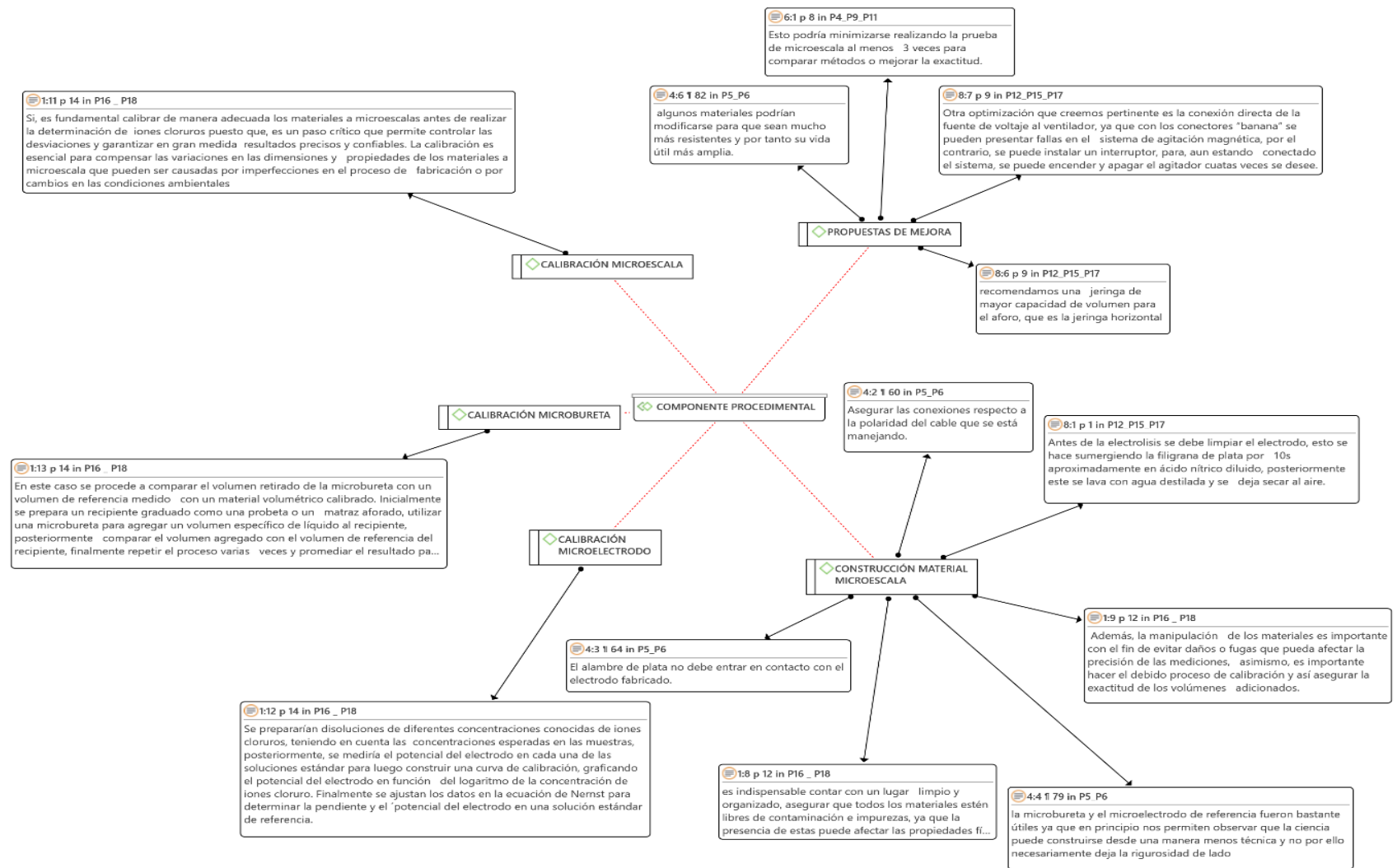


Figura 13. Red componente procedimental. Elaboración propia.

En la figura 14 se muestra el desempeño frente al componente procedimental.

CATEGORÍA/GRUPOS	PROCEDIMENTAL		
	INGENUO	PLAUSIBLE	ADECUADA
PF 16 PF 18		X	
PF13,PF14		X	
PF5, PF6		X	
PF3,PF7,PF19		X	
PF4,PF9,PF11			X
PF8,PF10		X	
PF12,PF15,PF17			X

Figura 14. Desempeño de los profesores en formación para el componente procedimental. Elaboración propia.

4.5 Componente actitudinal

La figura 16 presenta la red generada para el componente actitudinal.

En concordancia con los objetivos planteados el TPL busca fomentar la progresión actitudinal hacia los métodos de la ciencia proponiendo un contexto en el que se comparen métodos convencionales para realizar análisis de tipo electroquímico con métodos a microescala que son construidos por los profesores en formación. Bajo el enfoque ABP, se busca promover actitudes tras la construcción de instrumentos a microescala y su posterior aplicación en un contexto específico.

En ese sentido se da respuesta al objetivo entendiendo una progresión actitudinal por parte de los profesores en formación en función de las estrategias didácticas que se pueden adoptar para la explicación de temáticas relacionadas a la electroquímica. Algunas de las virtudes actitudinales que destacaron los profesores sobre el proyecto a microescala son las ventajas que presenta el método, la adaptabilidad a diferentes contextos, la relación costo-beneficio entre otras.

La red resume los aspectos actitudinales más importantes que resaltan los profesores sobre la metodología aplicada. En términos de ventajas y desventajas de la microescala los estudiantes proponen ideas que son adecuadas conforme en lo estipulado en diferentes referentes teóricos por ejemplo como ventaja de la experimentación a microescala los PF3, PF7 y PF19 plantean: *“Facilita la implementación de prácticas en espacios reducidos o con recursos limitados”*, también se presentan comentarios frente a la formación docente implementando la microescala como mencionan los PF16 y PF18: *“Esta estrategia permite que los docentes relacionen de manera sencilla los conocimientos adquiridos en la teoría con las habilidades prácticas, aprovechando los recursos a su alcance y generando un menor impacto ambiental”* e incluso existen apreciaciones frente a las sensaciones a la hora de realizar una práctica experimental como lo proponen los

PF5 y PF6: *“La presión ejercida por no poder reintentar la práctica disminuye, posibilitando trabajar con mucha más tranquilidad”*, las anteriores apreciaciones son indicativas de la buena acogida de la metodología a microescala y son concordantes con lo planteado en la literatura según (Hernández-Abad et al., 2007).

No obstante, es pertinente que para desarrollar actitudes se deben tener en cuenta también las desventajas y los resultados que ofrece la misma, para ese fin se pueden destacar los comentarios hechos por los PF4, P9 y P11: *“Aún no hay materiales a microescala para otro tipo de laboratorios limitando su uso a ciertas pruebas de laboratorio”*. O las apreciaciones brindadas por los PF3, PF7 y PF19: *“El manejo de pequeñas cantidades de sustancias puede ser más desafiante y susceptible a errores. Se requiere mayor precisión en la medición y manipulación de reactivos”* frente a los resultados obtenidos se puede resaltar las apreciaciones hechas por PF16 y PF18: *“Los resultados obtenidos indican que el trabajo a microescala es adecuado y proporciona datos confiables”* y los comentarios brindados por PF3, PF7 y PF19: *“El método a microescala no solamente ofrece una herramienta didáctica para que todos los maestros y maestras puedan realizar prácticas más rigurosas en los laboratorios si carecen de material calificado”*. De esta forma se justifica la progresión actitudinal alcanzada por los profesores, así la figura 15 presenta el resumen de los desempeños alcanzados por cada uno de los grupos:

CATEGORÍA/GRUPOS	ACTITUDINAL		
	INGENUO	PLAUSIBLE	ADECUADA
PF 16 PF 18		X	
PF13,PF14			X
PF5, PF6			X
PF3,PF7,PF19			X
PF4,PF9,PF11		X	
PF8,PF10		X	
PF12,PF15,PF17	X		

Figura 15. Desempeño de los profesores en formación para el componente actitudinal. Elaboración propia.

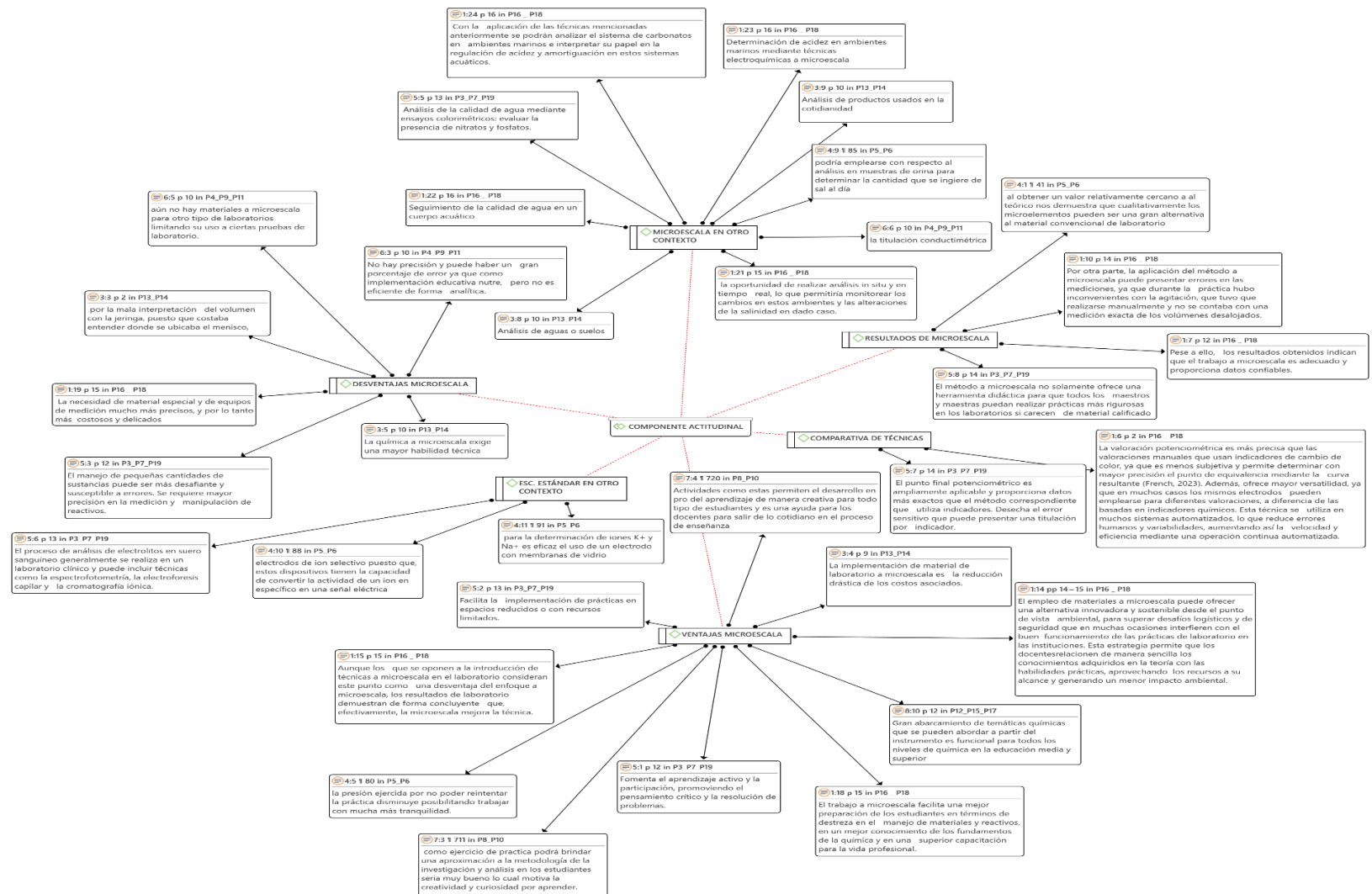


Figura 16. Red componente actitudinal. Elaboración propia.

A modo de conclusión en la figura 17 se presentan los índices actitudinales medios por cuestión con relación a la aplicación del cuestionario test y post-test del COCTS.

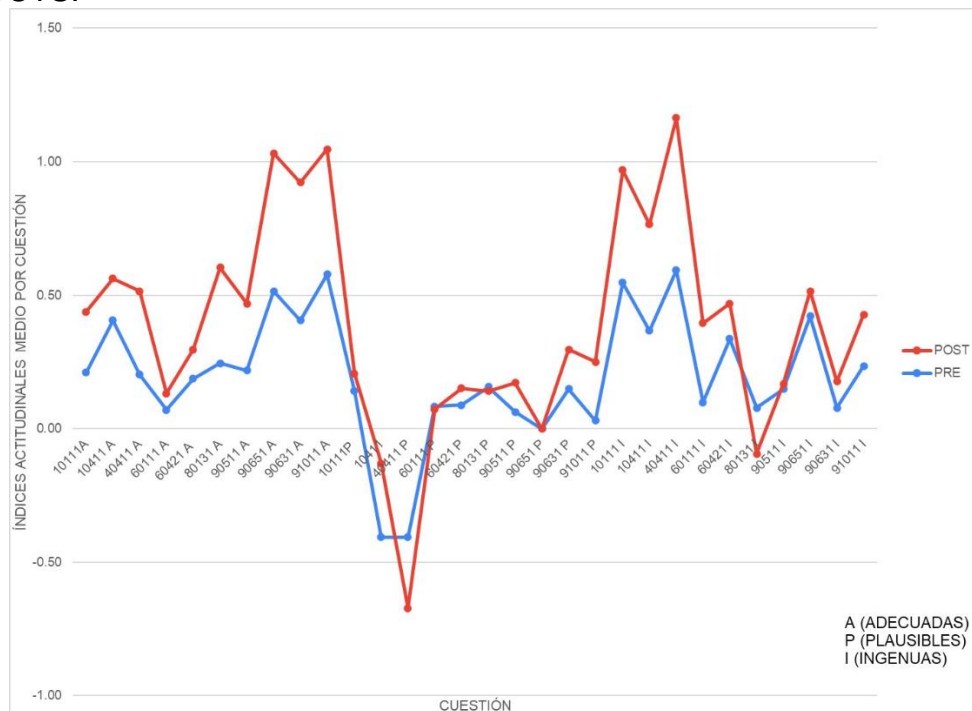


Figura 17. Índices actitudinales medios por cuestión pre y post test.

En la figura 17 se muestra la comparativa entre los índices discriminados por categorías, es evidente que en el post test las afirmaciones de tipo adecuado presentan una progresión actitudinal favorable en contraste con las afirmaciones de tipo plausible en donde no hubo un cambio significativo en el índice actitudinal, así mismo vale la pena mencionar que las actitudes ingenuas presentaron un cambio actitudinal desfavorable al aumentar su índice actitudinal.

Con relación al favorecimiento de las actitudes adecuadas se destacan las características del guion implementado ya que permite aplicar y evaluar aspectos de carácter conceptual, procedimental y actitudinal, lo anterior trabajado en conjunto favorece la progresión actitudinal hacia los métodos de las ciencias. Además, la construcción de material a microescala orientado desde el ABP permite ampliar la visión de los profesores en formación en cuanto a los diferentes métodos que se pueden emplear en las ciencias, particularmente la química.

El contexto que se brinda en el TPL es adecuado para el trabajo del equilibrio químico asociado a las celdas electroquímicas, en específico a las técnicas electrométricas que se emplean para la construcción de curvas de valoración

potenciométrica de haluros, ya que permite abordar cuestiones de carácter teórico y experimental permitiendo su aplicación en diferentes situaciones problema. Finalmente, las características del guion del TPL fundamentado en el ABP permite la versatilidad del instrumento. Esto sugiere que a través del ABP los PF que se encuentran en tendencias ingenuas, pueden progresar hacia actitudes plausibles o adecuadas, toda vez que una de las características principales del ABP es la relación con situaciones cotidianas. En ese sentido es necesario recalcar que los PF proponen diversos contextos en los cuales se puede aplicar el TPL, siendo más activos en el proceso de enseñanza aprendizaje. Precisamente esa aplicación en un contexto diferente al propuesto podría favorecer las tendencias actitudinales de los PF.

4.6 Conclusiones

El proyecto realizado permitió identificar que las categorías de los componentes actitudinal, procedimental y conceptual favorecieron las actitudes de los profesores en formación hacia los métodos de la ciencia, estos componentes fueron soportados desde la propuesta de percepción de Mannassero y Vázquez (2002). Los principios del ABP favorecieron al diseño de TPL en la medida que el estudiante pudo aprender de una manera más efectiva mientras estaba inmerso en la construcción del material a microescala, ya que esto involucró al profesor en formación en la ejecución y en la toma de decisiones como lo es mejorar el diseño durante la práctica para que se obtuvieran resultados más precisos, Causil y Rodríguez (2021), permitiéndoles proponer temáticas en las cuales los materiales construidos también pueden contribuir como lo es la determinación de salinidad en agua, análisis de sangre u orina y reacciones químicas.

Se comprobó que la química a microescala es una alternativa importante en el ámbito pedagógico y didáctico para el desarrollo de las clases de química, particularmente con temáticas asociadas a la electroquímica centrado en un enfoque experimental. Así mismo la química a microescala ofrece diversas posibilidades para realizar diferentes prácticas de laboratorio en donde se priorice la minimización del impacto ambiental en términos de la reducción de residuos de carácter químico sin dejar de lado la rigurosidad científica por la cual se caracterizan las diferentes prácticas experimentales que se llevan a cabo. Además, se destaca que es una metodología que es fácilmente aplicable en contextos que no están acostumbrados al trabajo experimental en comparación con poblaciones que tienen acceso a laboratorios sofisticados y que sirve para promover actitudes favorables hacia las ciencias en donde con una selección adecuada de actividades complementarias es un buen escenario para favorecer el aprendizaje de la química.

El TPL propuesto contribuye de manera significativa al desarrollo de los componentes conceptual, procedimental y actitudinal, permitiendo que quién lo

aplique, construya instrumentos a microescala a partir de los conocimientos en reacciones de oxido-reducción, promueva procesos de hipótesis de mejora, comparación con elementos teóricos, modelos matemáticos y finalmente promueva el desarrollo de actitudes favorables hacia los métodos de la ciencia, brindando contextos variados y permitiendo que el estudiante proponga metodologías para la resolución de diferentes situaciones que pueden ocurrir en la vida cotidiana.

En ese sentido los alcances del guion de TPL propuesto se corroboran dada la progresión actitudinal presentada por los estudiantes, las actividades propuestas en términos conceptuales y actitudinales es la indicada para la temática propuesta, según la evaluación de expertos y los resultados obtenidos por los profesores en formación. Por último, el cuestionario COCTS permitió evidenciar las tendencias actitudinales con las que cuenta la población objeto de estudio.

Las cuestiones seleccionadas dieron la posibilidad de examinar ciertos aspectos que son relevantes para el desarrollo del guion propuesto y la comparación con el test al final de la aplicación del proyecto permiten analizar cambios en las tendencias actitudinales de los estudiantes, principalmente se favorecen aspectos como la motivación y la capacidad de resolución de problemas, temas que caracterizan el quehacer científico y que contribuyen al aprendizaje de las ciencias, particularmente de la química.

4.7 Recomendaciones

Cuando se hace referencia a las actitudes hacia la ciencia, se toma en cuenta las disposiciones, tendencias o inclinaciones para responder ante todos los elementos relacionados con el aprendizaje científico de acuerdo con (Valery Serje Gutierrez, Enrique, & Fernando Riveros Munévar, 2021), esto implica intereses en los contenidos científicos, actitudes hacia los científicos y su labor, así como hacia los logros obtenidos en el ámbito científico. Por lo que se sugiere tener en cuenta el contexto en el que se aplique el guion de TPL en términos de temáticas, selección de la población, contexto de la población y áreas de estudio afín.

Por su parte, la construcción de materiales a microescala debe seguir en constante desarrollo, particularmente para el microelectrodo se deben estudiar modificaciones en las técnicas que se encuentran en la literatura e incluso las que se describen en este proyecto, toda vez que se busca mejorar la sensibilidad y la capacidad de uso de estos artefactos, que, aunque estén hechos en su mayoría por materiales que no son costosos, la búsqueda e investigación de cara a mejorar el diseño de los instrumentos es esencial para seguir empleando la microescala como eje del desarrollo de conocimiento en química.

Se recomienda que la aplicación del TPL sea después de la explicación a nivel general de la temática deseada, esto con el fin de que los estudiantes tengan una base conceptual que les permita realizar hipótesis y comprender mejor los fenómenos que se presenten en el laboratorio.

Referencias

- Afanador Castañeda, H. A., & Mosquera Suárez, C. J. (2012). Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria. *Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 32-49.
- Aponte Rojas, A., Aguilar González, R., & Austin De Sánchez, L. (2013). Trabajos prácticos en microescala como estrategia didáctica e cursos de química de educación media. *Actualidades investigativas en educación*, 1-19.
- Arnáiz, F. (2005). Química en microescala en los laboratorios de Química Inorgánica y Organometálica. *Educación química*, 504-509.
- Baeza, A. (2003). Microbureta a microescala total para titulometría. *Revista Chilena de educación científica.*, 4-7.
- Baeza, A., López Cerdeña, K., García Mendoza, A., & Desantiago, A. (2006). La química analítica a microescala total. *Revista Cubana de Química*, 19.
- Belmont Torres, A. (2005). Diseño, desarrollo y validación del método analítico de la valoración a microescala de paracetamol por espectrofotometría ultravioleta. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 1-69.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Revista Alambique*, 1-7.
- Caamaño, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 10-19.
- Causil Vargas, L. A., & Rodríguez De la Barrera, A. E. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 105-128.
- Cheung, D. (2011). Evaluating Student Attitudes toward. *International year of chemistry [attitude toward chemistry]*, 117-122.
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje basado en proyectos (AB Pr) como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .
- Espinosa Ríos, E. A., González López, K. D., & Hernández Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: Una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 266-281.
- Franco Moreno, R. Á., & González Acosta, C. V. (2016). El equilibrio químico desde un ambiente de aprendizaje por investigación: una propuesta para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico. *Revista Científica*, 180-193.
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Ceupromed*, 1-17.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., & Franco Moreno, R. A. (2015). *Lecturas en didáctica de la química*. Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional.

- García Guerrero, M. (2005). El laboratorio de química en microescala en las actividades experimentales. *Enseñanza de las ciencias*.
- García Ruiz, M., & Orozco Sánchez, L. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos*, 61-89.
- Goes, L., Nogueira, K., & Fernandez, C. (2020). Limitations of teaching and learning redox: A sistematic review. *Problems of Education in the 21st Century.*, 698-718.
- Guil Bozal, M. (2006). Escala mixta Likert Thurstone. *Andaluza de ciencias sociales*, 81-95.
- Harris, D., & Lucy, C. (2015). *Quantitative chemical analysis*. New York: Macmillan higher education.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F: Mc Graw Hill Education.
- Inzelt, G., Lewenstam, A., & Scholz, F. (2013). *Handbook of reference electrodes*. Hungría, Budapest: Springer.
- López Rúa, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 145-166.
- Maneiro, R. M. (1997). ¿Por qué a microescala? *Universidad Iberoamericana*, 166-167.
- Mannassero Más, M. A., & Vázquez Alonso, Á. (2002). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 15-27.
- Marie Genévieve, S. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿ Que podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 357-368.
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 11-21.
- Morales Vallejo, P. (2006). *Medición de actitudes en psicología y educación*. Madrid: Universidad Pontificia "Madrid".
- Porlán, R., & Martín, J. (2024). *El diario del profesor*. España: Ediciones Morata.
- Rodríguez, W., Hernández Barbosa, R., Muñoz Molina, L., Lizarazo Camacho, A. M., & Salamanca, A. (2011). Actitudes hacia la ciencia: Un campo de interés investigativo en la didáctica de las ciencias. *Actualialidades pedagógicas*, 121-139.
- Rosales Tejeda, M. E., Marroquin Segura, R., Sánchez, J. F., Sánchez Gonzales, E., Mora Guevara, J. A., & Hernandez Abad, V. (2007). Percepción de los estudiantes acerca de la implementación de técnicas en microescala en la enseñanza experimental de la Química en el Laboratorio de Desarrollo

- Analítico de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas.*, 5-14.
- Sánchez Jose. (2013). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad pedagógica*, 1-4.
- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: Del contexto a la acción. *Revista de educación científica*, 3-16.
- Serje Gutierrez, V. F., Prieto Patiño, L. E., & Riveros Munévar, F. (2021). Actitudes hacia la ciencia y la investigación en población uiversitaria de Bogotá-Colombia. *Educación y Educadores*, e2431.
- Shaukatali, I., Mohsin, B., & Santosh, H. (2009). Construction of Ag/AgCl reference electrode from used felt-tipped pen barrel for undergraduate laboratory. *Journal of chemical education*, 355.
- Skoog, D., Holler, J., & Stanley, C. (2017). *Principios de análisis instrumental*. México D.F: Cengage Learning .
- Skoog, D., West, D., Holler, F., Crouch, J., & Stanley, R. (2015). *Fundamentos de química analítica*. México D.F: Cengage Learning.
- Stulík, K., Amatore, C., Holub, K., Marecek, V., & Kutner, W. (2000). Microelectrodes. Definitions, characterization, and applications (Technical report). *International union of pure and applied chemistry*, 1483-1492.
- Thomas, J. (1999). Student construction of a gel-filled Ag/AgCl reference electrode for use in a potentiometric titration. *Journal of chemical education*, 97-98.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. (2011). Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal. *Memoria de investigación*, 4-124.
- Vázquez Alonso, Á., Acevedo Díaz, J. A., Manassero Mas, M. A., & Acevedo Romero, P. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista electrónica de Investigación Educativa*, 1-37.
- Viera, L., Fleisner, A., & Ramírez, S. (2018). *El laboratorio en cursos de química y física de nivel medio y superior*. Córdoba : Unirío.
- Whitten, K., Davis, R., Peck, L., & Stanley, G. (2015). *Química general*. México D.F: Cengage Learning.
- Yáñez Cedeño, P., & Pingarrón, J. (2001). Microelectrodos: Nuevas posibilidades de la electroquímica analítica. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 19-28.
- Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Revista Conrado*, 172-182.

ANEXOS

Anexo 1. Guion de TPL

ETAPA 1

CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL A MICROESCALA

Vale la pena mencionar que, en el ambiente de la química a microescala, la manipulación precisa de las cantidades minúsculas de reactivos a emplear en el laboratorio es de suma importancia y relevancia para el analista. Lograr esa precisión implica el desarrollo y construcción de dispositivos capaces de operar a volúmenes en el rango de microlitros(μL).

En este sentido, el material a microescala requiere la construcción de dispositivos como lo son un microagitador, una microbureta y un microelectrodo, fundamentales para el control y la reproducibilidad de las condiciones experimentales en el laboratorio.

En esta guía, se detalla la construcción del material mencionado para proporcionar al estudiante una visión completa y práctica de los aspectos claves para la construcción, selección de materiales de fácil acceso y la implementación de estos.

A continuación, en las tablas de la 1 a la 5, se describen los materiales y el procedimiento para la construcción del equipo a microescala y se brinda una imagen del resultado final.

Microbureta

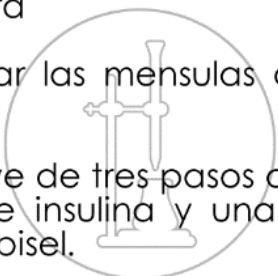
Tabla 1. Materiales para la elaboración de microbureta.

<i>Materiales de construcción</i>	<i>Materiales para el montaje</i>
<ul style="list-style-type: none">- Palo de balsa 20mmX20mm- Ménsulas.- Tornillos- Llave de tres pasos- Jeringas de insulina- Agujas- Tabla.	<ul style="list-style-type: none">- Destornillador- Bisturí.- Pinza cortafrío



Proceso de fabricación de
microbureta

1. Anclar el palo de balsa a la tabla de madera
2. Atornillar las mensulas al palo de balsa.
3. A la llave de tres pasos conectar la jeringa de insulina y una punta de aguja sin bisel.
4. Para empezar a operar quitar el embolo.



¡Listo!

Figura 1 Elaboración microbureta. Elaboración Propia

Figura 2 Microbureta. Elaboración Propia
Figura 3 Elaboración microbureta. Elaboración Propia

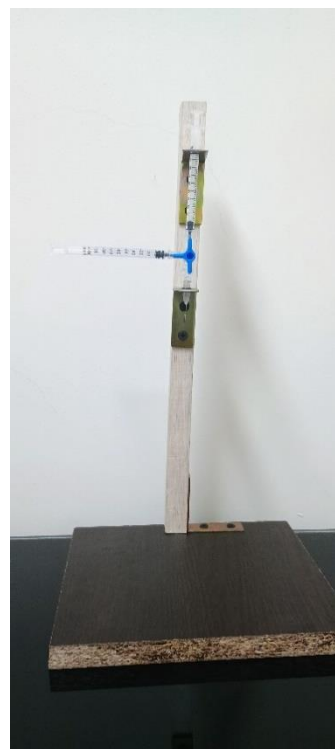


Figura 4 Microbureta. Elaboración Propia

Figura 5. Elaboración microelectrodo Ag/AgCl. Elaboración propia
Figura 6 Microbureta. Elaboración Propia

Tabla 2. Materiales para la elaboración de microelectrodo Ag/AgCl.

<i>Materiales de construcción</i>	<i>Reactivos para el montaje</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Gotero - Alambre de plata de alta pureza - Multímetro - Eliminador - Cables de caimán - Beaker - Jeringas de Insulina (4) 	<ul style="list-style-type: none"> - HCl - HNO₃ - KCl saturada - Agar



1. Lijar los alambres de plata suavemente
2. Lavar los alambres con Ác. nítrico
3. Lavar con agua desionizada, procurar no tocar el alambre directamente.
4. Conectar la terminal negativa en el multímetro en donde se encuentra la sigla COM y luego la positiva.
5. Conectar el contra electrodo al polo positivo de la fuente de poder.
6. El polo negativo de la fuente de poder se conecta a la terminal negativa del multímetro.
7. La terminal negativa del multímetro se conecta a una resistencia de 470 ohms.
8. Conectar la resistencia al electrodo de trabajo
9. La medida debe hacerse en el rango de los mA para evitar quemar el multímetro.
10. Introducir los electrodos en la solución de HCl y encender el circuito.
11. Invertir polaridad y repetir el proceso.
12. Tomar el gotero y sellar el agujero inferior con agar.
13. Llenar $\frac{3}{4}$ del gotero con solución saturada del KCl.
14. Introducir el alambre dentro de la goma del gotero procurando **NO** tocar el depósito de AgCl.



IFigura 7. Elaboración microelectrodo Aa/AaCl. Elaboración propia



Figura 10. Microelectrodo Ag/AgCl. Elaboración Propia

Secado sal: En una capsula de porcelana secar 1 g de Cloruro de Sodio a 105°C por una hora y media (1:30 h), una vez seca la sal preparar 50 mL a una concentración de 0,1 M de NaCl que será usada para la estandarización del AgNO₃ (“0,1 M”).

Solución de KCl saturada: Pesar 26,35 g de KCl y lleve a un balón aforado de 100 mL. *

Preparar HNO₃: Prepare 50 mL de una solución de HNO₃ de concentración de 0,1 M.

Preparar Agar: En un vaso de precipitado de 50 mL calentar agua y agregar agar en polvo, revolver constantemente hasta obtener una consistencia viscosa, para poder ser inyectada en la parte inferior del gotero. Para este caso se utilizó el *Agar Bacteriológico Americano*.

Nota: Debe ser muy cuidadoso en el paso 10, ya que este corresponde al proceso de catodización y anodización del alambre de plata, lo que asegura el depósito de AgCl en el alambre de plata, de tal manera que el montaje sea como el de la ilustración 5.

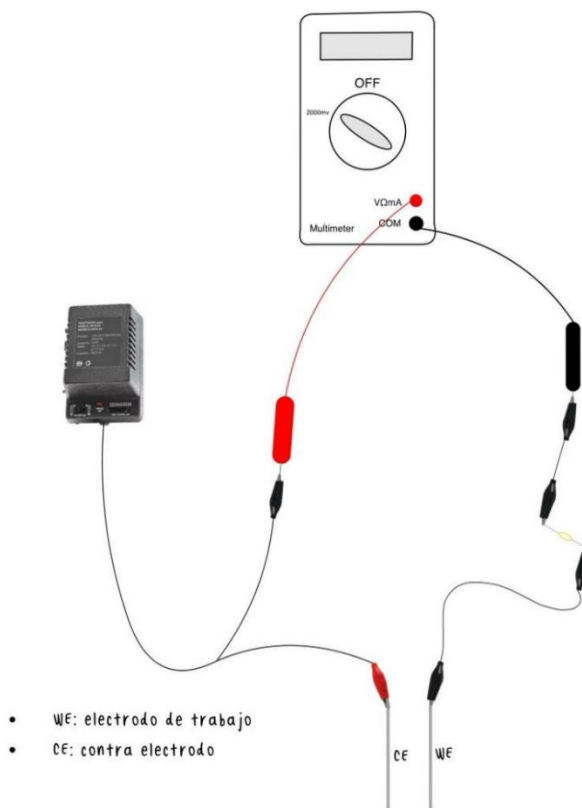


Figura 12. Montaje catodización y anodización.

* KCl (Si la sal NO se disuelve completamente, filtre el exceso)

Microagitador

Tabla 3. Materiales para la elaboración de un microagitador.

Materiales de construcción	Materiales para el montaje
<ul style="list-style-type: none">- Recipiente plástico con su respectiva tapa.- Magneto- Ventilador- Conectores tipo banana macho y hembra.- Resistencia de 100Ω- Eliminador de voltaje (1.5V-12V 500mA)	<ul style="list-style-type: none">- Cautín.- Bisturí.- Pinza cortafrío.- Pasta para soldar.



Proceso de fabricación de **microagitador**

1. Conectar el cable del ventilador al aro del jack (rojo).
2. Conectar la resistencia al cable del ventilador y luego al aro del jack (negro).
3. Soldar las conexiones.
4. Insertar los jacks en el recipiente de plástico.
5. Armar los jacks con los aros soldados al ventilador.
6. Pegar el magneto al ventilador.
7. Acomodar el ventilador dentro del recipiente.
8. Conectar un trozo de cable a los plugs y soldar.
9. Conectar y verificar funcionamiento.

¡Listo!



Figura 7. Microagitador. Elaboración Propia

Figura 6. Elaboración microagitador. Elaboración propia
Figura 7. Microagitador. Elaboración Propia

Figura 6. Elaboración microagitador.
Elaboración propia

Figura 9. Determinación Cl^- escala estándar.
Figura 6. Elaboración microagitador.
Elaboración propia

12

DE CLORUROS EN SUERO ORAL: ADICIONAL CON LA MICROESCALA.

El uso del suero fisiológico es variado, entre sus usos más destacados se encuentra, la rehidratación oral, el lavado de heridas, administración de medicamentos y como uso general en procesos de cirugías y procedimientos quirúrgicos. Según la Universidad Clínica de Navarra el suero fisiológico contiene concentraciones de sal similares a las del cuerpo humano, lo que permite que su uso sea seguro por tanto es una solución isotónica. ("Clínica Universidad de Navarra," 2023).

Particularmente los iones cloruro cumplen funciones muy importantes en el cuerpo humano, dentro de las cuales se encuentran su influencia en la entrada y salida de líquidos, oxígeno y dióxido de carbono en medios intra y extracelulares, su función reguladora del pH del cuerpo, su función estimulante del ácido estomacal importante en los procesos digestivos, además de favorecer el correcto funcionamiento de células nerviosas y musculares al recibir diferentes estímulos. (*Chloride*, 2023).

En ese sentido, disponer y tomar un buen suero fisiológico se vuelve importante para el tratamiento seguro de diferentes circunstancias en las que se pueda encontrar una persona. Se suele considerar que un suero fisiológico contiene diferentes sales, pero se relaciona principalmente como una solución salina al 0,9 % en cloruro de sodio (NaCl). Sin embargo, en el mercado se encuentran diferentes clases de suero fisiológico, en bolsas que son ideales para hospitales, en presentaciones de botella y hasta en polvo que suelen ser más económicos. Al existir tantas presentaciones, conviene adquirir aquel que cumpla a cabalidad las concentraciones permitidas y requeridas de diferentes sales principalmente de NaCl .

Con respecto a lo anterior, es ideal medir la concentración de iones Cl^- en las diferentes marcas de suero y determinar de igual forma que presentación y/o marca cumplen con lo requerido. Para ello en las siguientes páginas se describe un método para determinar la concentración total de cloruros en suero fisiológico mediante una técnica de análisis llamada microtitulación potenciométrica.

Desde esta perspectiva, como profesor en formación y teniendo en cuenta la disponibilidad de material de laboratorio, reactivos e infraestructura física, se debe proponer una metodología de trabajo para determinar el contenido de iones cloruro usando métodos instrumentales que permitan tener una alta precisión y exactitud en la medida, en donde se incorporen aspectos relacionados con métodos

electrométricos, entre ellos la potenciometría, recuerde que es posible que en la institución educativa en donde usted trabajará no va encontrar los instrumentos asociados a esta técnica y la disponibilidad de reactivos puede llegar a ser escasa. Además, por lo general la política de las instituciones educativas suele ser muy estricta en relación con la disposición de residuos en los laboratorios, por lo que se vela por el menor gasto posible para evitar el daño ambiental y la exposición de los alumnos a los residuos.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Construir un equipo a microescala que permita realizar una titulación potenciométrica para determinar la concentración de iones cloruro en suero fisiológico.
- Determinar el volumen y el potencial de equivalencia haciendo uso del método de la primera y segunda derivada.
- Comprobar los principios de las celdas electroquímicas, reacciones redox, precipitación y microtitulaciones potenciométricas.
- Promover el uso de material de laboratorio a microescala como alternativa didáctica en el desarrollo de espacios de laboratorio.

Para el desarrollo del presente proyecto se seleccionan diferentes equipos, materiales y reactivos por lo que es necesario detallar las dos escalas (microescala y escala estándar) a tener en cuenta tal como se muestra en las tablas 4 y 5, respectivamente

Tabla 4. Materiales, equipos y reactivos microescala.

Equipos	Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Electrodo de Referencia • Multímetro • Balanza Analítica • Agitador Magnético • Cables de Pinza 	<ul style="list-style-type: none"> • Bureta de 25 mL • Pinzas para bureta • Pipetas aforadas de 10 mL Y 5 mL • Balón aforado de 50 mL y 100 mL • Pipeteador • Beaker de 100 mL y 250 mL • Soporte Universal • Vidrio reloj • Agitador de Vidrio • Frasco Lavador • Espátula • Escobilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrato de Plata AgNO_3 (0,1M) • Cloruro de Sodio (NaCl) (0,1M) • Buffer de pH 2 • Agua destilada • Cromato de Potasio (K_2CrO_4) 5% • Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) • Sal de rehidratación oral • Filigrana de Plata

	<ul style="list-style-type: none"> • Gotero 	
--	--	--

Tabla 5. Materiales, equipos y reactivos escala estándar

Equipos	Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Microagitador magnético • Microelectrodos • Multímetro • Balanza Analítica • Cables de Pinza 	<ul style="list-style-type: none"> • Microbureta • Balones aforados de 25 mL • Beaker de 100 mL • Agitador de vidrio • Microsoporte universal • Frasco Lavador • Espátula • Escobilla • Gotero 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrato de Plata AgNO_3 (0,01 M) • Cloruro de Sodio (NaCl) (0,01M) • Agua destilada • Cromato de Potasio (K_2CrO_4) 5% • Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) • Sal de rehidratación oral • Filigrana de Plata

FUNDAMENTO TEÓRICO.

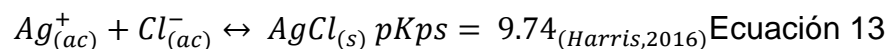
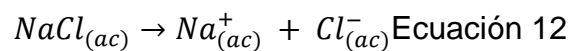
Existen 4 tipos de reacciones químicas de forma general. Las reacciones ácido-base, las redox, las de formación de complejos y las reacciones de precipitación. Este último tipo de reacción comprende la formación de una sustancia en fase sólida de baja solubilidad y que tiende a sedimentar por efecto de gravedad en la parte inferior del envase a medida que avanza la reacción. La valoración de precipitación es una técnica antigua, y existen diversos métodos para ejecutarlas, aunque sus aplicaciones sean limitadas. Uno de los ejemplos más comunes para ejemplificar estas reacciones son las argentometrías, reacciones cuyo valorante es el catión plata (Ag^+) y donde los analitos suelen ser derivados halogenados (Cl^- , I^- y Br^-) solos o combinados entre sí. Hay muchas variantes de estos métodos volumétricos, uno de ellos es el de Mohr, basado en la valoración directa entre el ion Ag^+_{ac} y el ion Cl^-_{ac} , formando $\text{AgCl}_{(s)}$ y usando como indicador visual el ion $\text{CrO}_4^{2-}_{(ac)}$ ajustando el pH del sistema a 8 aproximadamente se produce un precipitado coloreado que indica el punto final de la valoración.

Existen algunas variaciones a los métodos clásicos utilizando equipo instrumental para estudiar el cambio de potencial del sistema medido por un electrodo referencia que generalmente es de Ag/AgCl y comparado con un electrodo indicador conforme se agrega volumen de titulante. Este tipo de titulaciones son más precisas puesto que no dependen de un cambio de color que debe ser percibido por el analista, por el contrario, con el equipo instrumental se mide la diferencia de potencial del sistema en cuestión, proporcionando información detallada sobre el proceso cuando se

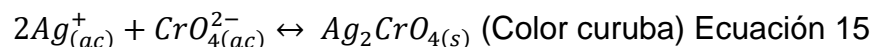
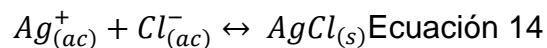
grafican el volumen añadido del valorante en mL en función del potencial del sistema en mV, utilizando el método de la primera y segunda derivada se puede saber con precisión el volumen y potencial en el punto de equivalencia.

El electrodo de referencia es de Ag/AgCl y como electrodo indicador una filigrana de plata. Esta configuración se utiliza dado que este electrodo indicador es de segunda clase, por tanto, sirve para la identificación de haluros y particularmente para esta práctica de iones cloruro.

Como fuente de iones cloruro se pueden utilizar sales como KCl o NaCl. Subsecuentemente, el titulante por excelencia es el AgNO₃ grado analítico, que puede ser preparado a partir del reactivo sólido a la concentración deseada. De acuerdo con la descripción anterior, las reacciones que gobiernan el proceso son:



Para el caso del método de Mohr:



PREGUNTAS ORIENTADORAS:

¿Por qué es necesario trabajar con agua desionizada en la práctica? Teniendo en cuenta que en algunas instituciones donde usted labore no cuente con agua destilada, proponga con qué tipo de agua podría desarrollarse la práctica ¿Recomendaría agua de grifo, de botella o algún otro tipo?

En la práctica se busca mantener las variables constantes y aquellas que cambian serán objeto de estudio. Proponga una breve hipótesis acerca de la necesidad de tener un correcto manejo de las variables descritas durante el desarrollo de la práctica.

Elabore una hipótesis sobre la importancia de utilizar esta combinación de electrodos, y proponga si la práctica se puede realizar con una combinación diferente.

PROTOCOLOS

En el siguiente apartado se muestran diagramas con el procedimiento a seguir para realizar el trabajo práctico de laboratorio que sustenta este proyecto.

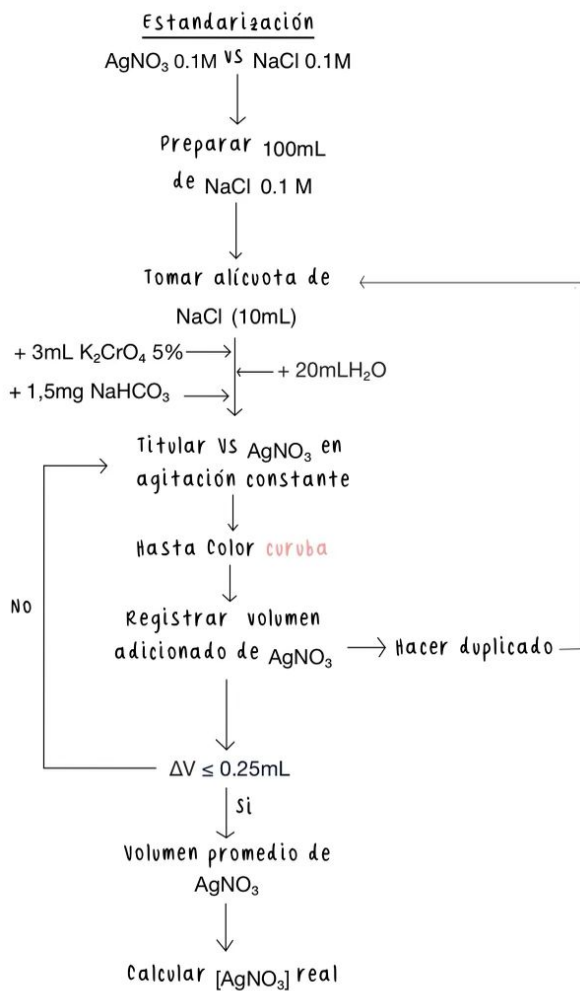


Figura 8. Procedimiento para la estandarización AgNO₃ Vs NaCl

Figura 11. Montaje final. Figura 8. Procedimiento para la estandarización AgNO₃ Vs NaCl

Determinación de cloruros en suero fisiológico



Figura 9. Determinación Cl⁻ escala estándar.

Figura 8. Procedimiento para la estandarización AgNO₃ Vs NaCl
Figura 9. Determinación Cl⁻ escala estándar.

Determinación de cloruros en suero fisiológico

↓
Tomar alícuota de 1,4mL de muestra con jeringa de insulina
↓
Llevar a beaker (100 mL)
↓
Sumergir electrodo de referencia y el indicador
↓
Ajustar multimetro a 2000mV
↓
Registrar la lectura sin agregar titulante.
↓
Agregar de a 0,02mL de titulante hasta máximo 2mL sin dejar de registrarlos mV
↓
Graficar volumen adicionado vs milivoltios

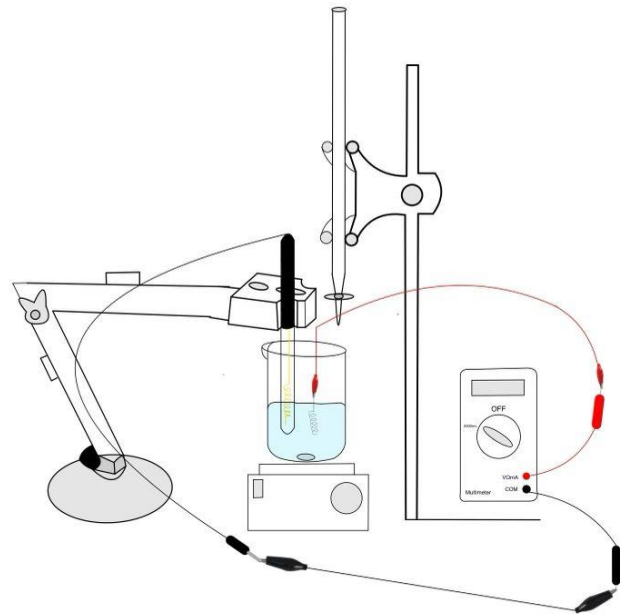








Figura 10 Determinación Cl^- microescala.







Figura 11. Montaje




Figura 10 Determinación Cl^- microescala.




FICHAS DE SEGURIDAD:


A continuación, se presentan las fichas de seguridad de los reactivos a utilizar, estas fichas se tomaron y se adaptaron de Carl Roth.

ÁCIDO ACÉTICO	
Fórmula molecular CH_3COOH Pureza 99% No CAS 64-19-7	
Pictogramas : GHS02, GHS05	
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
H226 Líquidos y vapores inflamables H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Lávese inmediata y abundantemente con mucho agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que afecciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar. En caso de contacto con los ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso. En caso de ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección ocular 	Utilizar gafas de protección con protección a los costados.
Protección de la piel 	Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374.
CLORURO DE POTASIO	
Fórmula molecular KCl Masa molar 74,56 g/mol No CAS 7447-40-7	
No presenta pictogramas	
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
No se presentan peligros aparentes.	En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Sacudir las partículas que se hayan depositado en la piel. Aclararse la piel con agua/ ducharse. En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de ingestión: Enjuagarse la boca. Llamar a un médico si la persona se encuentra mal.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección ocular 	Utilizar gafas de protección con protección a los costados.
Protección de la piel 	Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Y el uso de bata blanca.

CROMATO DE POTASIO	
Fórmula molecular K_2CrO_4 Masa molar 194,2 g/mol No CAS 7789-00-6	
Pictogramas : GHS07, GHS08, GHS09	
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
H315 Provoca irritación cutánea H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel H319 Provoca irritación ocular grave H335 Puede irritar las vías respiratorias H340 Puede provocar defectos genéticos H350i Puede provocar cáncer por inhalación H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Aclararse la piel con agua/ ducharse. En caso de contacto con la piel, lávese inmediatamente y abundantemente con mucho agua. En caso de irritaciones cutáneas, consultar a un dermatólogo. En caso de contacto con los ojos: Mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca por lo menos durante 10 minutos. En caso de irritación ocular consultar al oculista. En caso de ingestión: En caso de accidente o malestar, acudir inmediatamente al médico (si es posible, mostrar la etiqueta)
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección ocular 	Utilizar gafas de protección con protección a los costados.
Protección de la piel 	Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374.
CLORURO DE SODIO	
Fórmula molecular NaCl Masa molar 58,44 g/mol No CAS 7647-14-5	
No presenta pictogramas	
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
No se presentan peligros aparentes.	En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. En caso de contacto con la piel: Sacudir las partículas que se hayan depositado en la piel. En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. En caso de ingestión: Enjuagarse la boca. Llamar a un médico si la persona se encuentra mal.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Protección ocular 	Utilizar gafas de protección con protección a los costados.
Protección de la piel 	Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Y el uso de bata blanca.

NITRATO DE PLATA	
<p>Fórmula molecular AgNO_3 Masa molar 169,87 g/mol No CAS 7761-88-8</p>	 <p>Pictogramas : GHS03, GHS05, GHS09</p>
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
<p>H272 Puede agravar un incendio comburente H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>	<p>En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que auterizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar. En caso de contacto con los ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso. En caso de ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes)</p>
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Protección ocular</p> 	<p>Utilizar gafas de protección con protección a los costados.</p>
<p>Protección de la piel</p> 	<p>Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Y el uso de bata blanca.</p>

AMONIACO EN SOLUCIÓN	
<p>Fórmula molecular NH_4OH Pureza 30% No CAS 1336-21-6</p>	 <p>Pictogramas : GHS05, GHS07, GHS09</p>
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
<p>H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves H335 Puede irritar las vías respiratorias H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>	<p>En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que auterizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar. En caso de contacto con los ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso. En caso de ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).</p>
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Protección ocular</p> 	<p>Utilizar gafas de protección con protección a los costados.</p>
<p>Protección de la piel</p> 	<p>Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Y el uso de bata blanca.</p>

ÁCIDO CLORHÍDRICO	
<p>Fórmula molecular HCl Pureza 37% No CAS 7647-01-0</p>	 <p>Pictogramas : GHS05, GHS07</p>
DATOS DE SEGURIDAD	
Indicaciones de peligro	Primeros auxilios
<p>H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves H335 Puede irritar las vías respiratorias</p>	<p>En caso de inhalación: Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico. En caso de contacto con la piel: Lávese inmediata y abundantemente con mucha agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que auterizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar. En caso de contacto con los ojos: Aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso. En caso de ingestión: Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).</p>
MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Protección ocular</p> 	<p>Utilizar gafas de protección con protección a los costados.</p>
<p>Protección de la piel</p> 	<p>Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Y el uso de bata blanca.</p>

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

Al finalizar el trabajo práctico de laboratorio, es importante hacer una clasificación y disposición adecuada de los residuos, ya que es de suma importancia tanto para la seguridad del personal de laboratorio como para el medio ambiente. Para gestionar eficazmente los residuos generados en esta práctica experimental, la Universidad Pedagógica Nacional proporciona bidones designados para ello acorde a su compatibilidad química. En estos contenedores se hace la segregación y el almacenamiento seguro de los residuos, por lo que es necesario identificar los bidones designados para el tipo específico de residuo que se está desechando, para esto, los bidones cuentan con su respectivo etiquetado y ubicación, de tal manera que debe verter los residuos de conformidad con lo que se indica en la tabla 6:

Tabla 6. Disposición residuos Universidad Pedagógica Nacional.

Ubicación	Residuo
Mezclas contaminadas con sales orgánicas e inorgánicas halogenadas. (Lab B406)	AgCl _(s)
Mezclas contaminadas con sales orgánicas e inorgánicas halogenadas. (Lab B406)	NaCl
Mezclas contaminadas con ácidos orgánicos e inorgánicos <u>EXCEPTO ÁCIDO SULFÚRICO</u> (Lab B409)	HCl Diluido
Mezclas contaminadas con ácidos orgánicos e inorgánicos <u>EXCEPTO ÁCIDO SULFÚRICO.</u> (Lab B409)	HNO ₃ Diluido
Mezclas con sales orgánicas e inorgánicas NO halogenadas. (Lab B406)	AgNO ₃

ETAPA 3

INFORME DE REPORTE DEL PROYECTO

Componente Conceptual:

1. Formule las reacciones redox que permiten la deposición de cloruro de plata en el alambre de plata. Describa el proceso químico y la celda electroquímica que se emplea para la determinación de cloruros, es decir, describa la notación de la celda electroquímica y determine el potencial o *fem* en condiciones estándar.

2. Compare el método electroquímico practicado en términos de precisión y sensibilidad, frente a las valoraciones convencionales con indicadores de carácter visual, en correspondencia de los porcentajes de error con relación a la etiqueta del producto reportado por el proveedor del suero fisiológico.
3. Formule la reacción estudiada y calcule según los datos obtenidos el volumen y potencial de equivalencia haciendo uso del método de la primera y segunda derivada, calcule la concentración total de cloruros en suero en %m/V y analice los resultados.

Componente Procedimental:

4. ¿Qué precauciones se deben tener en cuenta durante la construcción de material a microescala y su posterior aplicación para asegurar resultados precisos y confiables?
5. Elabore un modelo químico-matemático para construir la curva de titulación potenciométrica teórica y compare los resultados con los datos experimentales que obtuvo con el método que usted aplicó. ¿Son similares? Realice una hipótesis de la diferencia entre los resultados. ¿Como se puede minimizar los errores en el método que usted aplicó?
6. ¿Considera que antes de realizar la determinación de iones cloruro es importante calibrar el material a microescala, cómo lo calibraría?

Componente Actitudinal:

7. Como profesor en formación en química describa las ventajas y desventajas que puede tener la implementación de material de laboratorio a microescala (Mínimo 3)
8. Dada la importancia de mantener un equilibrio adecuado en la salinidad de los ecosistemas marinos para preservar la biodiversidad de especies en estas aguas. ¿Considera que el método a microescala puede usarse en el análisis de estas muestras? Desde una posición docente, proponga dos temáticas en las cuales el componente experimental se pueda realizar con el método a microescala.
9. En el marco de un estudio sobre la función renal, se presenta el caso de un paciente que presenta síntomas de fatiga, confusión y debilidad, lo que sugiere un posible desequilibrio de electrolitos. Ante esta situación, se requiere proponer un método para evaluar los niveles de electrolitos del paciente, con el propósito de obtener información crucial para su diagnóstico y tratamiento. Con lo aprendido, proponga un método apropiado para determinar los niveles de electrolitos en la sangre del paciente; se espera que el método proporcione medidas relacionadas con una concentración que permita determinar si hay o no un desequilibrio de electrolitos. Teniendo en

cuenta que los principales electrolitos en la sangre son los iones que se citan a continuación: Cl^- , Ca^{2+} , K^+ y Na^+ .

BIBLIOGRAFIA

- Chloride. (2023, 7 marzo). The Nutrition Source. <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/chloride/#:~:text=It%20helps%20to%20regulate%20the,and%20carbon%20dioxide%20within%20cells>.
- Díaz, A. C. (2002c). Fundamentos de química analítica: equilibrio iónico y análisis químico. Univ. Nacional de Colombia.
- Harris, D. C., & Lucy, C. (2015). Quantitative Chemical analysis. Macmillan Higher Education.
- National Library of Medicine. (2023). Equilibrio hidroelectrolítico. <https://medlineplus.gov/spanish/fluidandelectrolytebalance.html>
- Prueba de cloruro. (2022). <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-cloruro-en-sangre/#%C2%BFPor%20qu%C3%A9%20necesito%20una%20prueba%20de%20cloruro%20en%20sangre>
- Qué es el suero fisiológico - Diccionario médico - Clínica U. Navarra. (n.d.). <https://www.cun.es>. <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/suero-fisiologico>
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). Principles of instrumental analysis. Cengage Learning.
- Skoog, D. A., West, D. J. S., Holler, F. O., & Crouch, S. S. (2014). Fundamentos de química analítica.

Anexo 2. Rúbrica de validación TPL.

Rúbrica de Evaluación para el guion de trabajo práctico de laboratorio denominado determinación potenciométrica de cloruros en suero fisiológico: una comparativa del método tradicional con la microescala.

Sara Ximena Pinzón Girado
Juan Diego Leguizamo Arias
Diego Alexander Blanco Martínez

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realizará servirá de contribución al desarrollo del trabajo de grado titulado: **CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE MICROELECTRODOS COMO UNA ESTRATEGIA PARA FAVORECER LA PROMOCIÓN ACTITUDINAL HACIA LOS MÉTODOS DE LA CIENCIA**, para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional; en este sentido, teniendo en cuenta el rol validador es importante para nosotros conocer algunos aspectos de su trayectoria académica, personal y profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias. Es importante resaltar que los datos allí consignados serán custodiados, de modo tal que al hacer referencia de dicha información se hará empleando nombres ficticios.

De antemano agradecemos su disposición y tiempo en este proceso.

Datos del profesor:

Nombres y apellidos	
Título de pregrado en	
Título(s) de posgrado en	
Programa en el que labora actualmente	
Institución educativa y/o universitaria	
Lugar de ubicación de la institución	
Correo de contacto	

Experiencia docente:

Años totales de experiencia profesional	
Años de experiencia docente	
Otro tipo de experiencia docente	

El presente instrumento tiene como objeto analizar la pertinencia didáctica del guion de TPL en términos del aprendizaje basado en proyectos, la promoción de actitudes hacia los métodos de la ciencia y el uso del método a microescala como alternativa didáctica para el desarrollo de espacios prácticos en el laboratorio de química, en concordancia con los objetivos del trabajo de grado. En este guion, se presentan los elementos metodológicos y conceptuales implicados en el entramado conceptual asociado a las técnicas instrumentales electroquímicas, particularmente la titulación potenciométrica de cloruros, que está dirigido a profesores en formación en química del espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II. De esta manera, los contenidos presentados se encuentran alineados en términos de realizar una comparación entre los métodos a escala estándar y a microescala, proponiendo la construcción de los materiales a microescala como una estrategia para favorecer actitudes hacia los métodos de la ciencia y así mismo su relación con el proceso de enseñanza- aprendizaje de una temática específica, en este caso los métodos electrométricos, específicamente la potenciometría.

El guion de trabajo practico de laboratorio incorpora las fases propuestas por Aureli Camaño (2007) para la estructura de guiones de TPL con enfoque investigativo, entre las cuales de destacan: Percepción del problema, planificación, realización, interpretación y evaluación y comunicación. Por su parte, el guion de TPL busca integrar al estudiante en procesos de resolución de problemas de acuerdo a la disposición que tenga en cuenta a espacios y recursos generando proyectos como resultado para afrontar situaciones específicas en el desarrollo de las temáticas en el aula de clase, esto en relación a las características del ABP.

Vale pena mencionar que el proceso de validación se centra en evaluar el guion, sin embargo, se reconoce que parte del proceso de intervención educativa implica la implementación de actividades previas y posteriores a la puesta en marcha de los trabajos prácticos de laboratorio que sustentan el guion, con el fin de contextualizar a los participantes con relación a los apartados teóricos referentes a la técnica a estudiar y la explicación del manejo de tiempos para la aplicación del TPL. Además de ello cabe mencionar que luego de la sesión de laboratorio se realizará una sesión de retroalimentación que busca subsanar las dudas generadas con respecto a las actividades de informe de laboratorio y los procesos experimentales realizados en el laboratorio.

Con lo anterior se le solicita de manera cordial, evalúe de forma general el guion de TPL, de acuerdo con la descripción contenida en cada indicador empleando una escala de 1 a 5, donde 5 corresponde al cumplimiento total del indicador y 1 al no cumplimiento de este (recuerde que puede utilizar decimales, si así lo considera). Se solicita justificar cada uno de los indicadores con el fin de conocer su apreciación de forma cualitativa. Al finalizar, encontrará una casilla en la cual puede consignar los comentarios finales acerca del material evaluado.

Categoría	Indicadores	Nivel de Cumplimiento	Observaciones
Observación General para la Categoría			
Componente Conceptual	El guion de TPL que sustenta el proyecto presenta información adecuada para aplicar los métodos que se proponen referentes al enfoque disciplinar. Presenta un manejo conceptual acorde a la población a la que va dirigido.		
	Las actividades contempladas en el guion de TPL como parte del post-laboratorio están orientadas a promover el conocimiento en las titulaciones potenciométricas, reacciones involucradas en el proceso y análisis de datos obtenidos.		
	El guion de TPL propuesto es claro y conciso frente a la intencionalidad de comparar el método estándar propuesto para realizar el análisis y el método a microescala como metodología alternativa.		
Observación General para la Categoría			
Componente Procedimental	El guion propuesto contiene lineamientos adecuados que le permitan al estudiante entender la construcción del material a microescala sin dar detalladamente el fundamento de la técnica, esto con el fin de promover procesos de elaboración de hipótesis frente a la elaboración del material.		
	El guion de TPL está orientado a realizar procesos comparativos que involucran ejercicios teóricos, recolección de resultados experimentales obtenidos por diferentes métodos y proposición de ideas sobre cómo mejorar los experimentos planteados en concordancia con su formación docente.		
	El guion de TPL presenta información relevante sobre la metodología de calibración y estandarización de equipos y reactivos con el fin de promover en el estudiante actitudes sobre el trabajo científico analítico.		
Observación General para la Categoría			
Componente Actitudinal	El guion de TPL presenta elementos representativos del ABP que buscan promover en el licenciado en formación las actitudes hacia los diferentes métodos de las ciencias.		
	El guion de TPL busca que los licenciados en formación promuevan su proceso de enseñanza- aprendizaje aplicando diferentes métodos de análisis en contextos variados.		
	El guion busca promover en los docentes en formación la implementación del espacio de laboratorio como parte clave en el desarrollo del conocimiento en química para el desarrollo de actitudes adecuadas para el aprendizaje de las ciencias.		
Observación General frente al contenido del Guion			

Gracias por su tiempo y participación.

El guion de laboratorio se estructura en tres etapas, la primera corresponde a la construcción del material a microescala: el microelectrodo, el microagitador y la microbureta y su respectivo soporte, la segunda etapa corresponde a la implementación de una técnica potenciométrica a microescala y escala estándar para determinar el contenido de iones cloruros en suero fisiológico y la tercera corresponde a el reporte del informe del TPL que soporta el proyecto.

Anexo 3. Consentimiento informado

<https://forms.gle/iDGsH27UG1hTN7Ft7>

Anexo 4. Diario de campo.

Diario de campo

Este diario de campo tiene como objetivo registrar observaciones sobre la tendencia actitudinal, conceptual y procedimental de los estudiantes durante la implementación de un guion de trabajo practico de laboratorio y un cuestionario. Para efectos de protección de la información se hizo uso de unos números de identificación de la muestra poblacional.

Durante la primera intervención realizada el día **22 de febrero de 2024**, se aplicó el cuestionario COCTS, sin profundizar de manera detallada en el trabajo de grado, durante su aplicación no hubo afinidad con la escala del cuestionario, el sujeto PF18 presento dificultades y menciona que por qué no se hizo una escala más fácil de 1 a 3 para el grado de acuerdo con la afirmación, por lo que se le explicó que para hacer eso era necesario el criterio de expertos y como el cuestionario ya es un instrumento validado por expertos no se puede solo cambiar, hay que pasar por una serie de pasos para lograr que sea de 1 a 3. Sujetos como el PF10 y PF9 levantaron la mano para pedir explicación de la escala.

Por otra parte, se pudo sentir un ambiente tenso y se evidenció por medio de los gestos que hacía en general la muestra poblacional que el cuestionario les generó un poco de fastidio.

De manera remota se llevó a cabo el día **7 de marzo de 2024** la contextualización del trabajo de grado y una descripción del TPL. La clase empezó con la pregunta orientadora “¿Considera importante el trabajo experimental en la enseñanza de la química?” en donde en primera instancia no se obtuvo respuesta a voluntad propia por lo que se llamaron a los PF4, PF9, PF3 y se obtuvieron las siguientes respuestas:

PF4: Es importante y tiene que ver con la teoría, pero no abarca todo.

PF9: Presenta pros y contras ya que la ciencia es abstracta y el trabajo experimental es solo un abre bocas.

PF3: Importante para enseñar y brindar motivación en los estudiantes.

Posterior a ello se da una descripción general del trabajo de grado, el número por el cual será identificados en el desarrollo de la investigación, la contextualización del guion de TPL y un espacio para preguntas.

Es importante tener en cuenta que debido a que la sesión fue remota no se tuvo mayor participación de la muestra poblacional.

El día **12 de marzo de 2024** se llevó a cabo la aplicación de la etapa 1 del guion de TPL, en donde el día 11 del mismo mes recibimos un mensaje del PF16 preguntando sobre las medidas del ventilador.

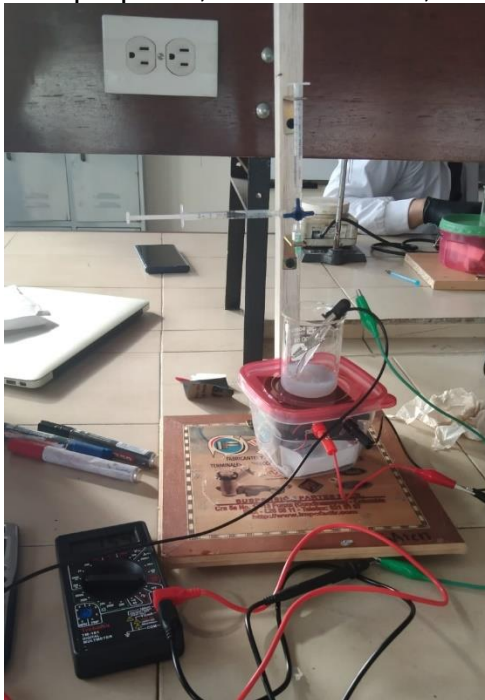
Durante la práctica, en el proceso de anodización y catodización todos los grupos presentaron confusión con respecto a la polaridad para lograr el depósito de AgCl, además se presentaron problemas ya que grupos de laboratorio (PF3, PF4, PF5, PF9, PF13 y PF9) no llevaron el multímetro, por lo que se dirigieron a física para que les brindarían los que usan allá. Sujetos como el 19, 16, mostraron frustración y desespero durante este proceso. Sujetos como el 12, 14, y 17 se lo tomaron con más calma, ordenaron el espacio en el que estaban trabajando y la práctica transcurrió de la mejor manera.

Durante la práctica surgió un nuevo grupo de laboratorio conformado por los PF9 Y PF10 por lo que hubo complicaciones en la entrega de material. Los PF9 y PF10 mostraron interés en cuanto a la optimización del tiempo y entrega del material, manteniéndose muy activos durante la construcción del material y haciendo diversas preguntas acerca de la construcción de dicho material.

En cuanto a materiales, el PF7 y PF4 contemplaron una percepción peculiar de microescala y trajeron recipientes muy grandes para construir el “microagitador” a continuación se cita una imagen:



Sin embargo, el PF13 y PF8 contemplaron una percepción de microescala un poco más pequeña, a continuación, se muestran los montajes:



Es importante resaltar que durante esta práctica la construcción del electrodo tomo mayor relevancia ya que debía dejarse durante una semana en un lugar oscuro para

lograr un buen depósito de cloruro de plata. Por lo que todos los grupos no alcanzaron a terminar la construcción de todo el material, el grupo del que hace parte el PF3 envió un correo para que les prestáramos el equipo para soldar los materiales y poder traerlos terminados para el correcto desarrollo de la etapa 2.

Otro aspecto importante es que al finalizar la construcción se evidencio que el PF10 se notaba muy motivado al mostrarle los elementos construidos a compañeros que no hacían parte del espacio académico.

El día **14 de marzo de 2024** se brindó la explicación del modelo químico matemático que se debía tener en cuenta para el desarrollo de la etapa 3, en donde el PF9 sugirió que se realizara una grabación en el equipo de teams, además se realizó una presentación acerca de las celdas electroquímicas, la química y electricidad, representación de la celda, ecuación de Nernst, el potencial neto de celda.

El PF4 sugirió de manera respetuosa, la implementación de una protoboard en cuanto al desarrollo de la parte eléctrica de los equipos a microescala, materiales de mejor calidad, el uso de planos o representaciones gráficas que permitan comprender mejor el proceso, además de las facilidades de ensamblaje y operaciones que caracterizan un diseño tecnológico.

De manera general el grupo no presento preguntas acerca de la temática en general, tenían su atención en el modelo químico matemático.

El día **19 de marzo de 2024** se desarrolló la etapa 2 del guion de TPL, durante el desarrollo de la práctica de laboratorio se observó confusión con el mecanismo de la llave de tres pasos, por lo que se explicó de manera general cómo era su funcionamiento.

Durante la titulación los PF12, PF14, PF5 y PF6 presentaron inconvenientes con la filigrana de plata debido a que era atraída por el magneto, los PF3, PF7 y PF19 presentaron dificultades con el agitador ya que el que construyeron era grande, así que optaron por hacerlo con un agitador tradicional al igual que los PF8 y PF9 por su parte los PF12, PF15 y PF17 decidieron conectar de manera directa el ventilador a la fuente de poder ya que presentaron problemas con la conexión de los Jack y los Plug; también repitieron la practica tres veces debido a dificultades técnicas, en un caso fue porque el gotero contenía nitrato de plata, lo usaron para aforar y se precipito la muestra problema directamente en la microbureta.

Hubo por parte de todos los grupos confusión con la escala de medida que presentan las jeringas de insulina de 1mL, por lo que se pasó grupo por grupo explicando la relación de volumen que desalojaba la jeringa.

El día **21 de marzo de 2024** se aplicó la etapa 3 del guion de TPL al iniciar la sesión de clase se realizaron unas preguntas orientadoras, que se citan a continuación con su respectiva respuesta por parte de la muestra poblacional:

¿Cuáles fueron las sensaciones y las percepciones de las construcciones del material a microescala?

PF3: Me parece que es ventajoso en cuando a los residuos que se pueden generar.

PF6: El método no funcionaría para pruebas cuantitativas

PF10: Es muy interesante para llevarlo al aula de colegio ya que los materiales son muy fáciles de conseguir y puede funcionar para acercar a los estudiantes en análisis de datos y titulaciones.

PF7: Muy sencilla la construcción de los elementos, sin embargo, lo más tedioso fue el ventilador.

PF8: Tuvimos que hacer una adaptación del modelo ya que al momento de la titulación el agitador no permitía el correcto desarrollo de la titulación porque el vaso de precipitado no encajaba con la aguja de la micro bureta, mejorar el diseño y construirlo con los estudiantes puede despertar curiosidad en la práctica experimental.

PF17: Es interesante para la aplicabilidad y manipulación ya que estas titulaciones requirieron de mucho cuidado.

PF15: El método es muy funcional para la reducción de materiales analíticos, se puede fortalecer el trabajo docente/estudiante. Durante la práctica se pueden presentar dificultades, pero la optimización puede ser de gran ayuda, por ejemplo, el ventilador no funcionaba, pero se conectó de manera directa pudimos realizar la práctica sin ningún problema.

¿La construcción de los microelectrodos funciona para comprender fenómenos situados a la química, se podría entender algún concepto?

PF12: Si, es funcional, ya que el fundamento teórico implica la innovación, se necesita saber el concepto teórico para llevarlo a la práctica.

PF7: Muy útil ya que los estudiantes son muy visuales y eso facilitaría la relación entre lo teórico y lo práctico.

¿Es difícil hacer ciencia?

PF12 No, porque la ciencia no solo se basa en pruebas, se basa en el ensayo y en el error, hacer ciencia implica más en equivocarse que en acertar.

PF13 No es difícil, pero hacer ciencia es intencional, hay que entender el por qué los errores.

PF18 No pero no es tan fácil por el ensayo y error, hay que tener perseverancia ya que algunos experimentos hay que repetirlos una y otra vez.

PF9 Lo chévere de la microescala es que no se necesita un lugar exacto en donde se deba hacer, si el estudiante quiere llevárselo lo puede hacer y no se siente tan aislado del campo ya que puede mostrarlo a la comunidad y puede nutrir más al estuante ya que se puede llevar a cualquier parte

¿considera que la microescala es un avance tecnológico?

PF7: No, hay que ser más rigurosos y precisos, es más un avance didáctico.

PF4: Es un avance instrumental ya que ofrece muchas ventajas a nivel experimental, la ciencia puede ser difícil para chicos de colegio.

PF16: Es muy útil, pero se necesita mejoras para lograr ser útil en contextos donde se presenten dificultades.

PF9: Es útil ya que este campo está siendo muy utilizado, por ejemplo, en los micro plásticos. Es un avance significativo ya que se requiere de menor producción.

PF4: Considero que sí, ya que a escala estándar los analistas hacen todo y deberían capacitar también a los estudiantes en la funcionalidad de los equipos, no nos dejan usar la ciencia. Por el contrario, en la construcción tenemos toda la percepción y nosotros mismos lo construimos y usamos.

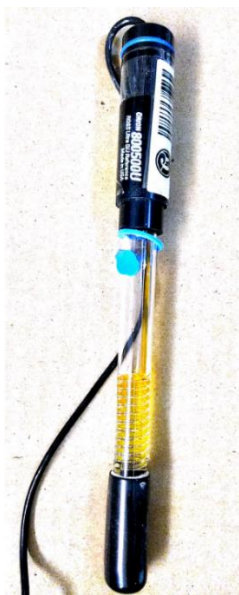
PF19: Es un avance que puede estar relacionado también con otras ramas como la eco escala, que es una herramienta muy útil y es muy ventajoso también en la disminución de residuos y en ¿Qué tan verde es un experimento?

El 4 de **abril de 2024** se implementó de manera remota el segundo cuestionario COCTS, no hubo participación activa por parte de ningún PF de la muestra, al final de clase la mayoría dijo “muchas gracias, hasta luego”. Las respuestas se obtuvieron más rápido.

Anexo 5. Tabla estadística de calibración microelectrodo.

C	pC	mV	$(X_i - \bar{X})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$	X_i^2	Y_i^2	y^{\wedge}	$(Y_i - Y^{\wedge})^2$	
0.00	4.053	210	7.4877	20009.3884	387.0719	16.4268	44100	210.00	1.913E-08	
0.02	1.699	88	0.1462	378.4793	7.4382	2.8865	7744	88.31	0.0962115	
0.04	1.398	73	0.0066	19.8430	0.3622	1.9542	5329	72.75	0.0631633	
0.06	1.222	63	0.0090	30.7521	0.5256	1.4929	3969	63.65	0.4170335	
0.08	1.097	57	0.0483	133.2975	2.5368	1.2032	3249	57.19	0.0350341	
0.10	1.000	53	0.1003	241.6612	4.9222	1.0000	2809	52.18	0.6765241	
0.12	0.921	49	0.1567	382.0248	7.7363	0.8479	2401	48.08	0.8385459	
0.14	0.854	45	0.2141	554.3884	10.8959	0.7291	2025	44.62	0.1417386	
0.16	0.796	42	0.2712	704.6612	13.8236	0.6334	1764	41.63	0.140122	
0.18	0.745	39	0.3271	872.9339	16.8971	0.5546	1521	38.98	0.0003466	
0.20	0.699	35	0.3815	1125.2975	20.7197	0.4886	1225	36.62	2.6114117	
Sumatoria	1.100	14.483	754	9.1486	24452.7273	472.9295	28.2173	76136	754.00	5.0201313
Media	0.100	1.317	68.545455	$y = a + bx$						

Anexo 6. Electrodo de referencia UPN.



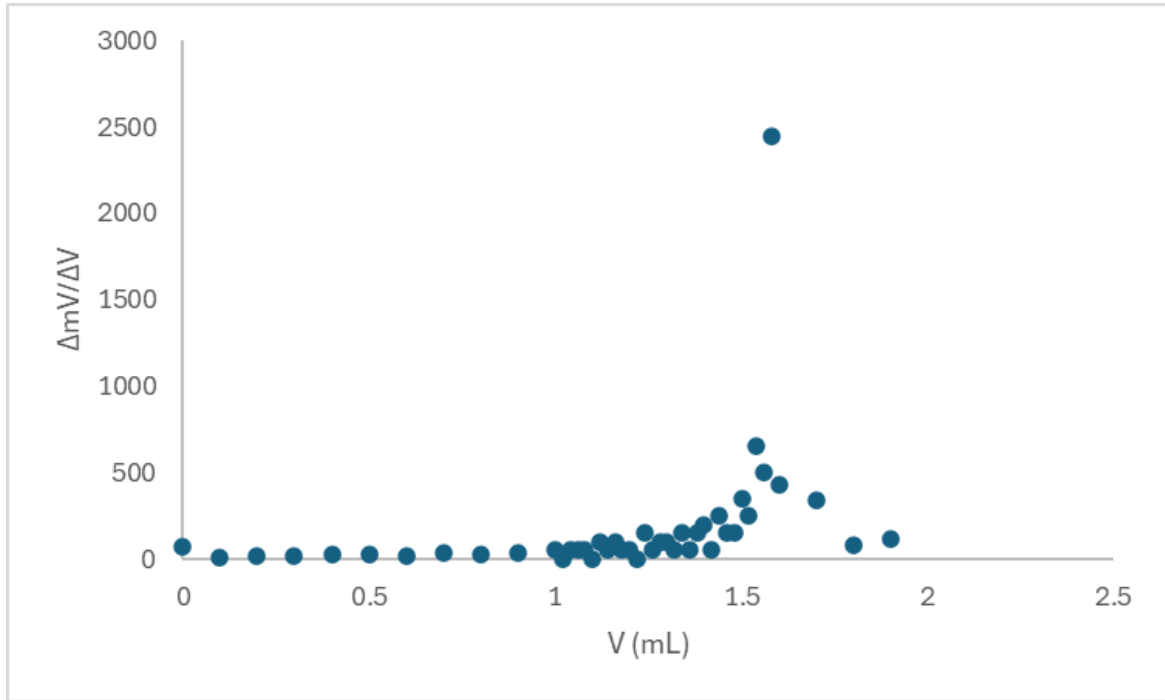
<p>ELECTRODO DE REFERENCIA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</p>	<p>Marca: Thermo-Scientific Referencia: OrionRoss Ultra 800500U Solución de relleno: 3M KCl Sistema Interno: Double Junction (Sistema de referencia Ag/AgCl aislado que impide que la plata entre en contacto con la muestra) *</p>
--	---

*Información tomada de ThermoScientific Orion pH electrodes Brochure (2024)

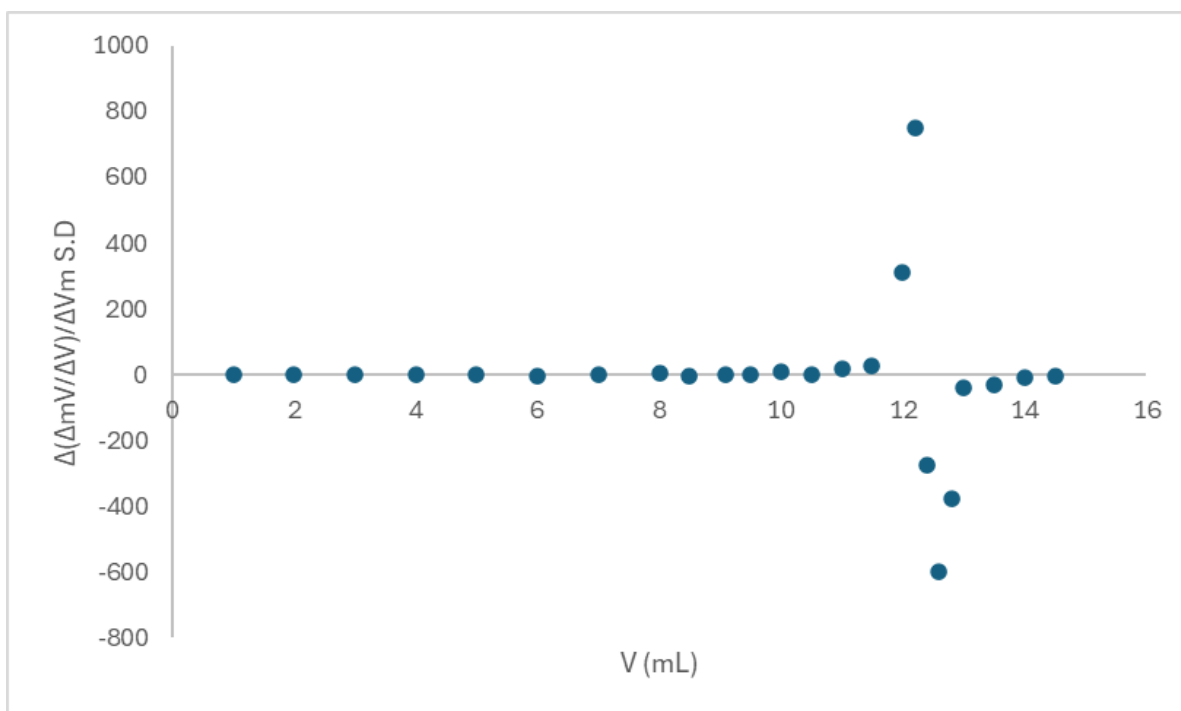
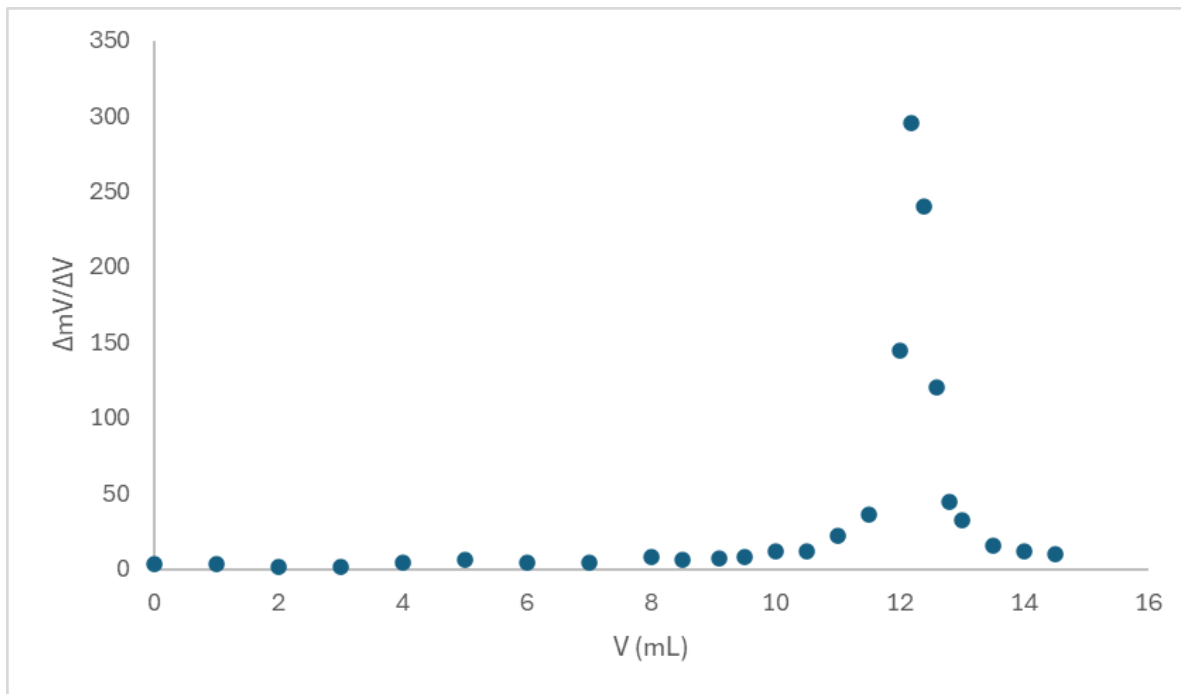
Imagen de cortesía del Doctor Jaime Casas.

Anexo 7. Tratamiento matemático primera y segunda derivada método a microescala

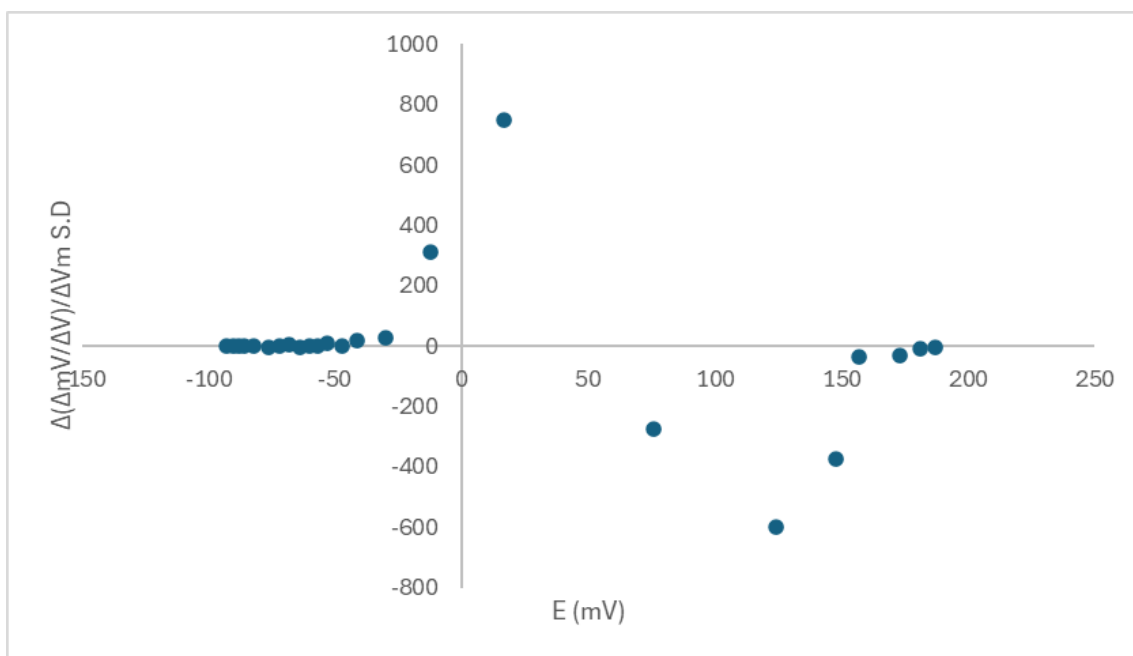
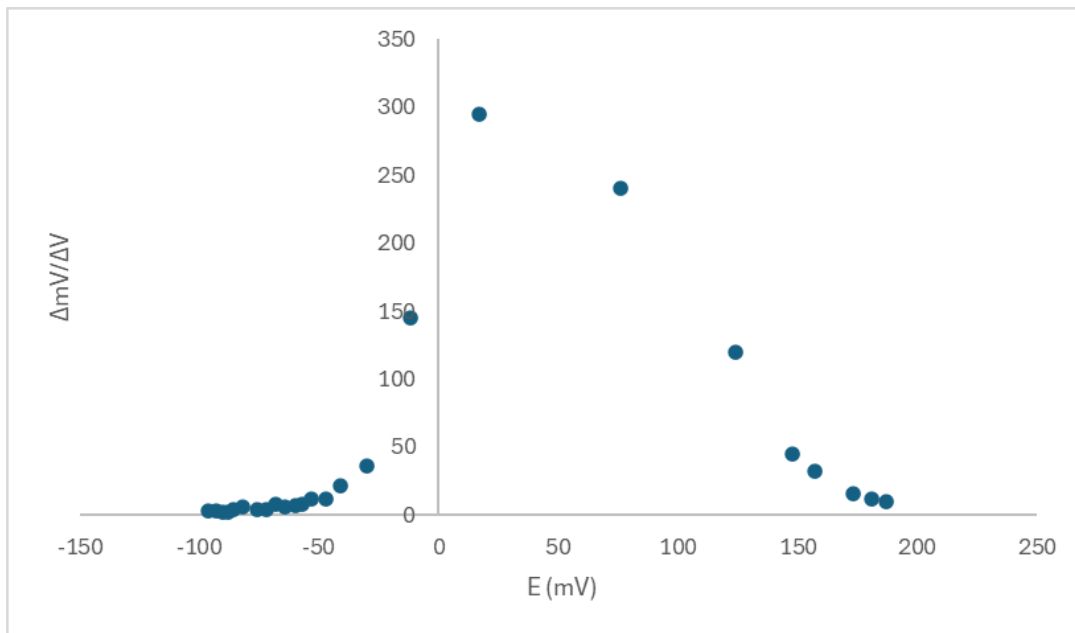
Primera y segunda derivada en términos de mL.

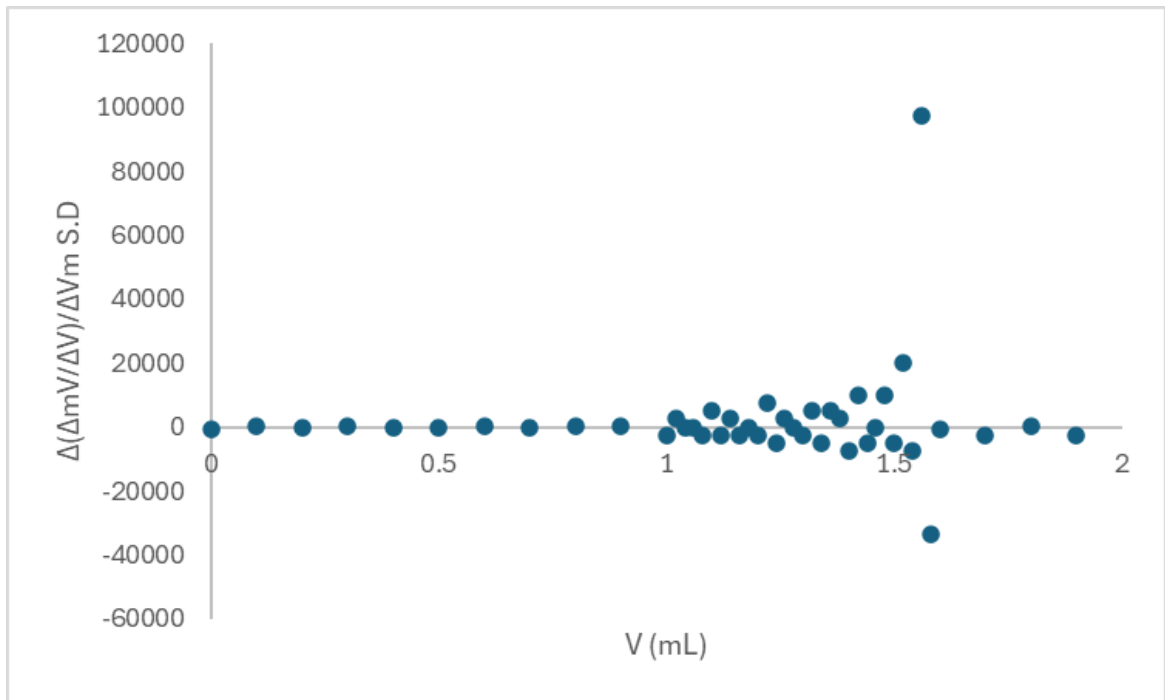


Anexo 8. Tratamiento matemático primera y segunda derivada método estándar

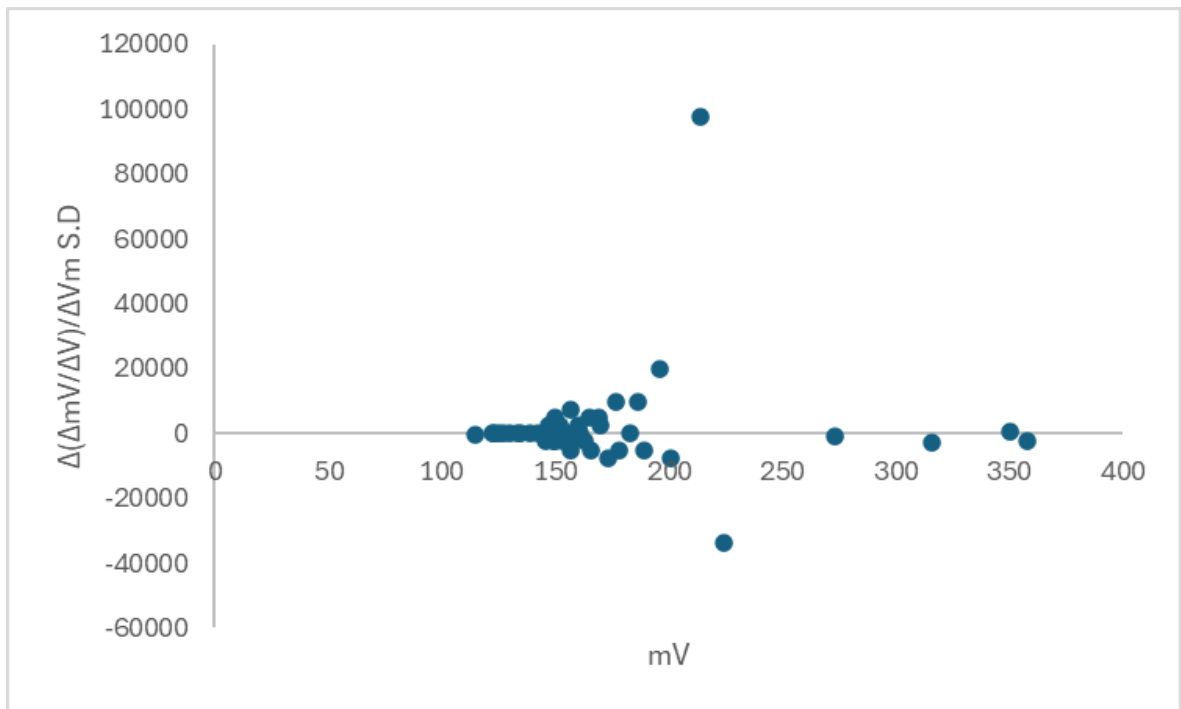
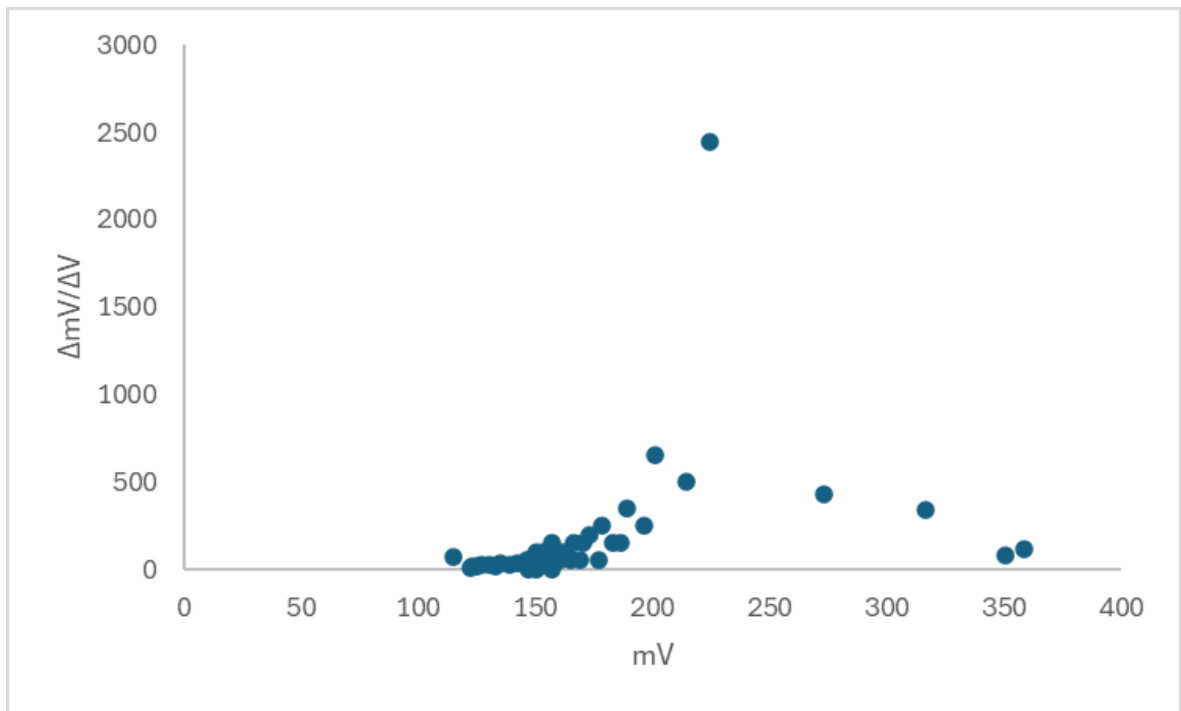


Las gráficas en términos de potencial son:

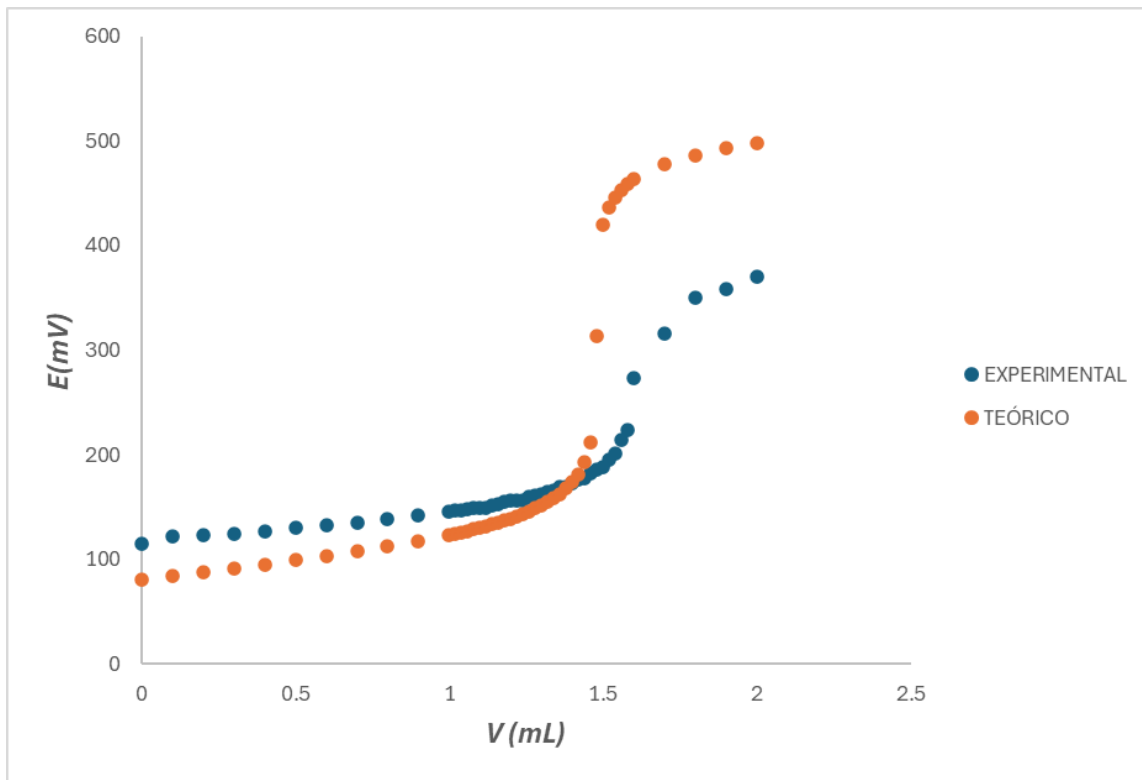




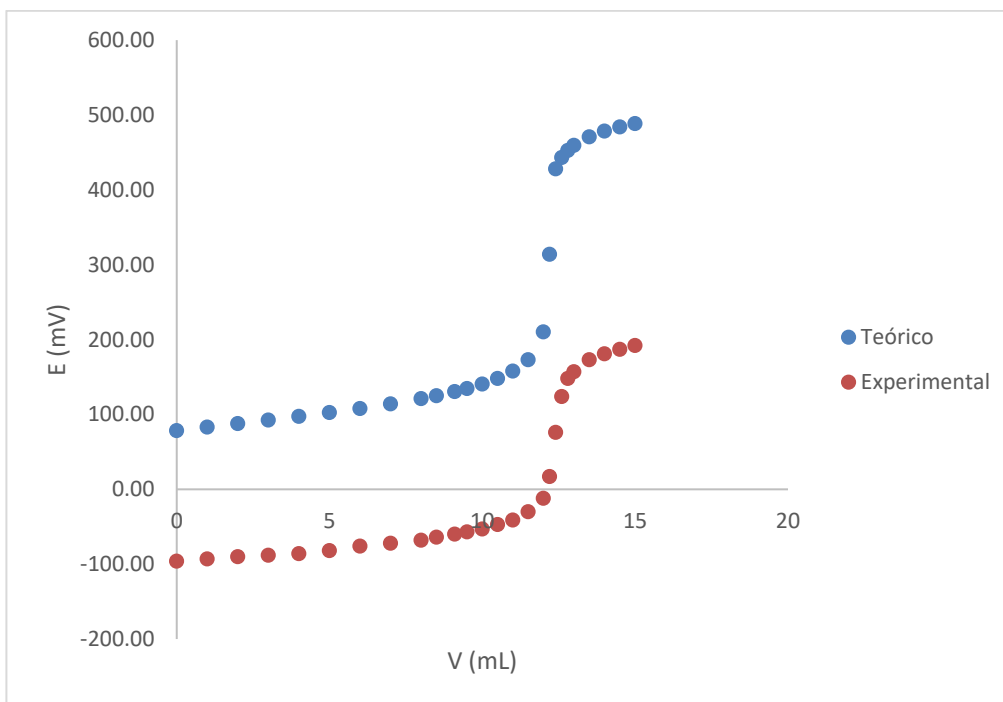
Ahora se anexan las gráficas de la primera y segunda derivada en términos del potencial:



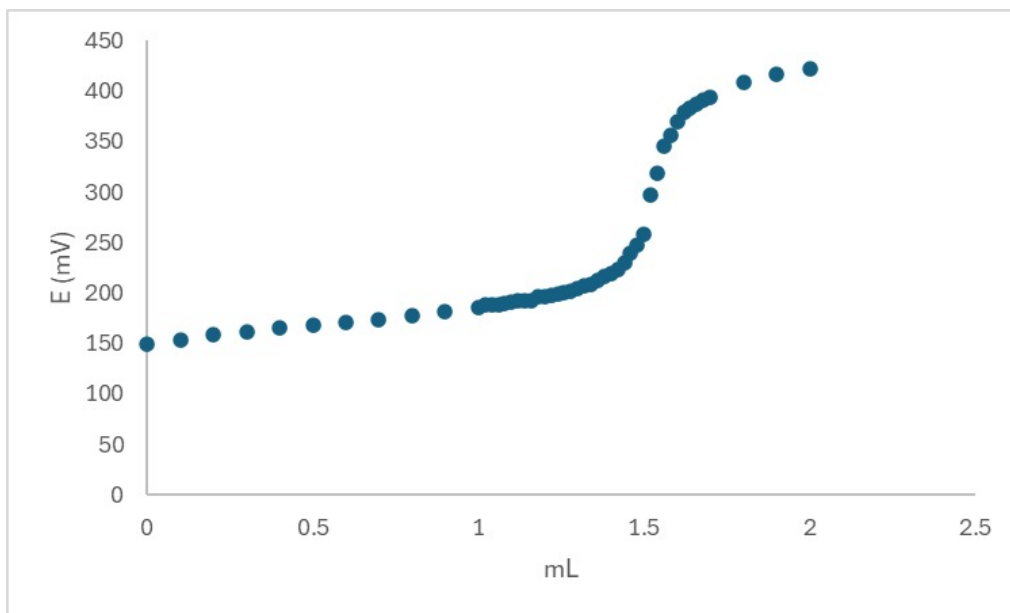
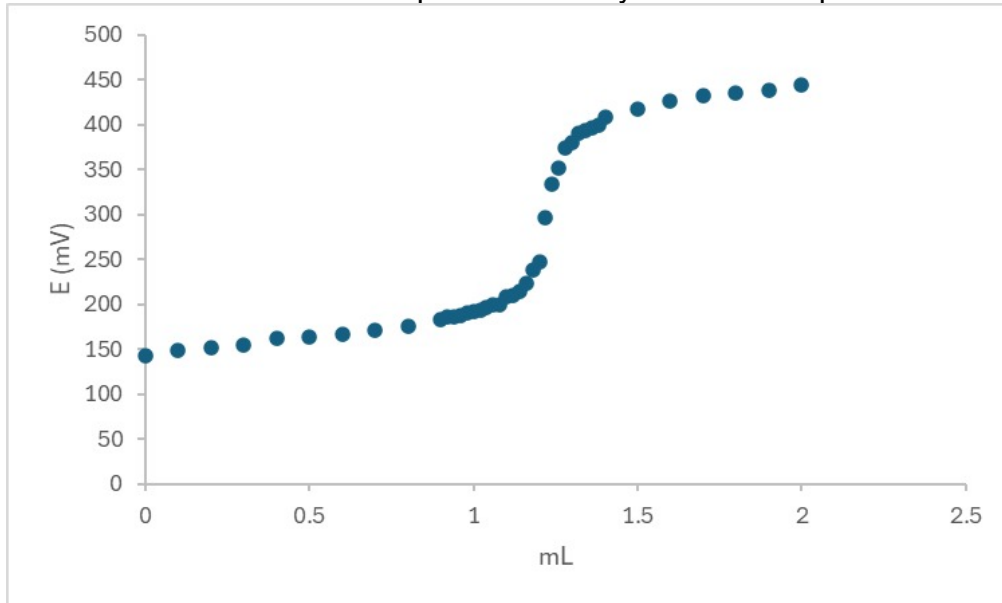
Anexo 9. Modelo químico matemático microescala.



Anexo 10. Modelo químico matemático escala estándar.



Anexo 11. Curvas obtenidas por los PF5-6 y PF16-18 respectivamente.



Anexo 12. Datos microtitulación potenciométrica y estandarización AgNO₃.

DATOS TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA			
<i>v (mL)</i>	<i>mV</i>	<i>v (mL)</i>	<i>mV</i>
0.00	115	1.24	157
0.10	122	1.26	160
0.20	123	1.28	161
0.30	125	1.30	163
0.40	127	1.32	165
0.50	130	1.34	166
0.60	133	1.36	169
0.70	135	1.38	170
0.80	139	1.40	173
0.90	142	1.42	177
1.00	146	1.44	178
1.02	147	1.46	183
1.04	147	1.48	186
1.06	148	1.50	189
1.08	149	1.52	196
1.10	150	1.54	201
1.12	150	1.56	214
1.14	152	1.58	224
1.16	153	1.60	273
1.18	155	1.70	316
1.20	156	1.80	350
1.22	157	1.90	358
		2.00	370

<i>Alicuota Suero mL</i>	1.2
<i>Concentracion Cloruros en Suero M</i>	0.1293
<i>Concentracion AgNO₃ REAL</i>	0.1047
DATOS	
<i>[Stock] NaCl M</i>	0.104
<i>g de NaCl G.T</i>	0.304
<i>Vol. mL</i>	50
<i>V Alicuota estand (mL)</i>	10
<i>Pureza %</i>	99.5
<i>W.F NaCl (g)</i>	58.44
ESTANDARIZACIÓN DE AgNO₃	
<i>V (mL) Prom</i>	9.89

Anexo 13. Datos titulación potenciométrica escala estándar.

DETERMINACIÓN POTENCIOMÉTRICA ESCALA ESTÁNDAR.					
		<i>V (mL)</i>	<i>mV</i>	<i>V (mL)</i>	<i>mV</i>
		0	-96	10.5	-47
		1	-93	11	-41
		2	-90	11.5	-30
		3	-88	12	-12
		4	-86	12.2	17
		5	-82	12.4	76
		6	-76	12.6	124
		7	-72	12.8	148
		8	-68	13	157
		8.5	-64	13.5	173
		9.1	-60	14	181
		9.5	-57	14.5	187
		10	-53	15	192
C (M) CLORUROS SUERO	0.129				
C AgNO₃ M	0.1061				
W.R.A AgNO₃ (g)	1.806				
Masa formula AgNO₃	169.87				
Pureza %	99.8				
Alicuota Suero mL	10				
Vol Sln preparada (mL)	100				
SUERO ORAL MARCA SOLHIDREX					