



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación  
Facultad de Ciencias Básicas – Departamento de Química

**Propuesta de medios educativos que promueven habilidades  
experimentales, durante la formación de profesores de química,  
considerando las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II en  
la UMCE.**

TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN  
EN QUÍMICA Y AL TÍTULO DE PROFESORA DE QUÍMICA CON MENCIÓN EN  
CIENCIAS NATURALES.

Autora: Patricia Paz Fernanda Álvarez Abud

Profesora Guía: Dra. Elisa Zúñiga Garay

SANTIAGO DE CHILE 2024

Autorizado para Sibumce Digital - 

202, Patricia Paz Fernanda Álvarez Abud

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profunda gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este Trabajo de Título.

A mi profesora guía Elisa Zúñiga, por su apoyo continuo y los valiosos aportes que fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto. Sus conocimientos y consejos fueron cruciales para orientar mi investigación de manera efectiva.

A mis padres y hermana, su amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza y la determinación necesaria para alcanzar mis metas.

A Camilo, por ser mi pilar emocional y una fuente de apoyo. Gracias por estar a mi lado, por escucharme y por creer en mí en cada etapa de este proceso.

A mis fieles compañeros peludos, por ser mi soporte emocional y consuelo en los días difíciles.

Cada éxito que he alcanzado es un reflejo del amor y el apoyo que he recibido de todos ustedes.

Finalmente, quiero expresar mi reconocimiento a todas las personas que participaron en este estudio, sin cuya colaboración y disposición este trabajo no habría sido posible.

Gracias a todos los que formaron parte de este viaje académico conmigo.

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Título aborda el desarrollo de habilidades experimentales, en el marco de las competencias científicas, y tiene como objetivo elaborar una propuesta educativa destinada a evaluar el desarrollo de competencias científicas, con énfasis en las habilidades experimentales, en estudiantes de Pedagogía en Química de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación que cursan las asignaturas de Química Inorgánica I y II.

Se presenta la elaboración de un marco conceptual, el cual se desarrolló en torno a una revisión bibliográfica, utilizando motores de búsquedas, bases de datos y repositorios universitarios. En este marco conceptual se contextualizó la relevancia y la necesidad de abordar las habilidades experimentales comprometidas en las competencias científicas.

En el desarrollo de este trabajo, se llevó a cabo una implementación piloto de la actividad experimental, en donde la ejecución de esta desempeñó un papel crucial en la mejora de los recursos educativos propuestos (Guía del Profesor, Guía del Estudiante, Pauta de Cotejo, Pre-Laboratorio Virtual). Esta implementación piloto permitió ajustar la propuesta educativa de manera más efectiva, asegurando su pertinencia y eficacia. Además, el instrumento de evaluación elaborado espera proporcionar una base para medir y mejorar continuamente las habilidades experimentales de los/las estudiantes de Pedagogía en Química.

En conclusión, en este Trabajo de Título se elaboraron recursos educativos y de evaluación enmarcados en la promoción del desarrollo de habilidades experimentales, centrándose en el contexto específico de las actividades experimentales.

## **ABSTRACT**

The present degree work addresses the development of experimental skills within the framework of scientific skills and its main objective is to develop an educational proposal aimed at evaluating the development of scientific competencies, with an emphasis on experimental skills, in Chemistry Teacher Training students at the Metropolitan University of Educational Sciences who are in Inorganic Chemistry I and II subjects.

A conceptual framework was developed based on a literature review using search engines, databases, and university repositories. This conceptual framework contextualized the relevance and necessity of addressing the experimental skills involved in scientific skills.

In the course of this work, a pilot implementation of the experimental practical activity was carried out, where its execution played a crucial role in the continuous improvement of the proposed resources (teacher and student handbook, performance evaluation, virtual pre-laboratory). This implementation allowed for a more effective adjustment of the educational proposal, ensuring its relevance and effectiveness.

In conclusion, in this Thesis, educational and evaluation resources were developed framed in the promotion of the development of experimental skills, focusing on the specific context of experimental activities.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Estado del Arte .....	2
1.2 Marco conceptual de la investigación .....	3
1.2.1 Limitaciones de las actividades experimentales .....	3
1.2.2 Actividades experimentales y simulaciones como estrategias didácticas .....	4
1.2.3 Aspectos curriculares en la formación de Profesores/as en Química .....	6
1.2.4 Competencias científicas y el desarrollo de habilidades experimentales .....	8
1.2.5 Educación Científica .....	10
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1 Objetivo General .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	14
3.1 Diseño Metodológico de la revisión bibliográfica para el levantamiento del marco teórico de habilidades experimentales .....	14
3.2 Elaboración de Recursos Educativos y de instrumento de Evaluación .....	14
3.3 Validación de Instrumentos e Implementación Piloto .....	15
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	16
4.1 Plan de Estudios .....	16
4.2 Recursos educativos .....	19
4.4 Implementación piloto .....	23
4.4.1 Informe implementación piloto .....	27
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>VI. REFERENCIAS</b> .....	31
<b>VII. ANEXOS</b> .....	36
ANEXO I. PRE-LABORATORIO .....	36
ANEXO II. GUÍA DEL ESTUDIANTE .....	39
ANEXO III. GUÍA DEL PROFESOR .....	43
ANEXO IV. PAUTA DE COTEJO .....	51
ANEXO V. INFORME DE RETROALIMENTACIÓN EN IMPLEMENTACIÓN PILOTO .....	52

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años ha existido una tendencia generalizada a restar relevancia a las ciencias, incluida la química. Esto se ve evidenciado en la ausencia de esta área en programas de evaluación como el Diagnóstico Integral de Aprendizajes (DIA), el cual se centra exclusivamente en monitorear los aprendizajes en matemáticas y lectura. La omisión de la química en este contexto refleja un desequilibrio en la importancia atribuida a las disciplinas científicas en comparación con otras áreas del conocimiento (Agencia de la Calidad de la Educación, 2022).

Además, se observa esta tendencia en los resultados de pruebas internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). Aunque Chile supera el promedio de América Latina (444 puntos y 400 puntos, respectivamente), se encuentra por debajo del puntaje obtenido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Singapur (485 puntos y 561 puntos, respectivamente). Esta discrepancia sugiere la necesidad de revisar y fortalecer la enseñanza en áreas científicas para cerrar brechas y elevar el logro académico en esta disciplina (OCDE, 2023).

Por esto, la formación de Profesores de Química es un proceso sustancial, dado que desempeñan un papel fundamental en la educación de las ciencias. Así, su formación docente y disciplinar es determinante para enseñar la química de manera efectiva a sus estudiantes. Dentro de este contexto, el desarrollo de habilidades experimentales es importante en su formación, puesto que, estas no solo son parte del método científico, sino que también fomentan habilidades como el pensamiento crítico y la indagación. De esta forma, las actividades experimentales en el laboratorio son de suma importancia y uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias debido a que contribuye significativamente en la fundamentación teórica y en el desarrollo de habilidades en las/los estudiantes (Quezada, 2019).

Las habilidades experimentales, que se desarrollan a partir de las actividades experimentales, constituyen una base fundamental para alcanzar una comprensión profunda y sólida de los conceptos teóricos de la química, debido a que es una disciplina en donde la teoría y la práctica están intrínsecamente relacionadas, permitiendo el desarrollo de conocimientos y habilidades experimentales e investigativas. El desarrollar habilidades experimentales promueve el crecimiento de habilidades cognitivas esenciales como el pensamiento crítico y la resolución

de problemas, dado que al realizar y analizar experimentos, los/las estudiantes deben tomar decisiones informadas, haciendo conexiones con la teoría e interpretando los resultados. Este proceso fortalece su capacidad de analizar situaciones a través de la evidencia, para llegar a conclusiones fundamentadas, las cuales son habilidades cruciales en la ciencia y en la vida cotidiana. (Hernández-Junco, 2022)

Por lo anterior, es fundamental que la formación de Profesores de Química se enfoque en desarrollar habilidades experimentales sólidas. Esto les otorga la preparación y las herramientas necesarias para diseñar y llevar a cabo actividades experimentales dentro del aula, enriqueciendo significativamente el proceso de aprendizaje de sus estudiantes con una metodología más innovadora, donde ellos tengan un rol activo. Sin embargo, es importante considerar que la pandemia de COVID 19 tuvo un impacto significativo en la formación de los/las profesores/as, ya que en ese período de tiempo las actividades experimentales fueron interrumpidas con las restricciones sanitarias.

Por esto, en el marco de las competencias científicas se plantea la necesidad de desarrollar habilidades experimentales en los/las estudiantes, siendo imperativo examinar cómo el programa de formación de profesores/as de química de la UMCE aborda el desarrollo de habilidades experimentales. En consecuencia, se plantea una propuesta educativa, la cual contiene recursos educativos y de evaluación, con relación al desarrollo de habilidades experimentales en estudiantes que cursan la carrera de Licenciatura en Educación en Química y Pedagogía en Química con menciones, con el fin de aportar a la mejora de su formación en competencias científicas.

## **1.1 Estado del Arte**

La enseñanza de la química a través de actividades experimentales en el laboratorio es una estrategia pedagógica efectiva para que las/los estudiantes comprendan los conceptos teóricos de manera práctica dado que permite que apliquen los conocimientos abstractos aprendidos en clases a situaciones reales y tangibles. Además, según Fajardo-Casas y Bellot (2022) este tipo de enseñanza promueve un aprendizaje activo y significativo en donde los/las estudiantes se involucran directamente en el proceso de aprendizaje, debido a que la realización de actividades experimentales no solo contribuye al desarrollo de habilidades prácticas sino también estimula la exploración, el cuestionamiento y el descubrimiento de respuestas de manera autónoma permitiendo el desarrollo del pensamiento científico y el análisis científico de la realidad, es

decir, son una herramienta educativa poderosa que promueve aptitudes prácticas y enriquece el razonamiento científico.

Terrazo y Riveros (2020) mostraron que un programa de fortalecimiento de habilidades científicas aumentó considerablemente el nivel de habilidades científicas en distintos niveles académicos. Antes del programa, la mayoría de los estudiantes exhibían habilidades científicas en un nivel bajo, según las mediciones iniciales. Sin embargo, tras la implementación del programa, se observó una notable transición: un porcentaje significativo de estudiantes ascendió a niveles medios y altos de habilidades científicas

Además, las actividades experimentales como una estrategia didáctica, tienen un impacto positivo destacando la mejora en las habilidades científicas, el logro de un aprendizaje más significativo en los/las estudiantes en el ámbito de las reacciones químicas y generan una mayor motivación e interés durante el proceso de aprendizaje. Lo que permite concluir que la integración entre la teoría y la práctica, especialmente experimental y contextual mejora la comprensión (Espinosa-Ríos, 2016; Riscanevo, 2021).

Las carreras de Licenciatura en Educación Química deben formar profesionales con una sólida preparación didáctica que permita dirigir la actividad experimental de los programas escolares. La aplicación de sets de actividades experimentales con enfoque investigativo ha demostrado ser efectiva en el desarrollo de habilidades experimentales de las/los estudiantes, lo cual evidencia que son un método eficaz para potenciar habilidades experimentales (Mancebo-Rivero et al., 2018).

## **1.2 Marco conceptual de la investigación**

### **1.2.1 Limitaciones de las actividades experimentales**

Es importante reconocer que la enseñanza a través de actividades experimentales presenta dificultades y limitaciones. Una de las limitaciones más comunes es la disponibilidad de recursos y presupuesto, dado que la adquisición de reactivos, materiales y equipos de laboratorio necesarios para realizar estos tipos de actividades puede ser costosa, lo cual es un gran desafío para las instituciones educativas, sobre todo, para aquellas con presupuestos limitados. Esta falta de recursos impacta directamente en la ejecución de actividades experimentales, tanto en la cantidad de estas que se pueden realizar, como en la diversidad de conceptos que se pueden abordar.

Lo anteriormente descrito dificulta el desarrollo de habilidades experimentales y la consolidación de los conocimientos adquiridos teóricamente, lo cual es esencial dentro de la formación de los/las futuros/as profesores/as de química puesto que las habilidades experimentales, como se ha señalado anteriormente, no solo se basan en la comprensión de procedimientos dentro del laboratorio, sino también en promover el desarrollo de habilidades prácticas y cognitivas como la capacidad de observación, análisis, resolución de problemas y pensamiento crítico. Además, en esta disciplina, la teoría y la práctica están intrínsecamente relacionadas, en donde la ejecución de actividades experimentales permite que los estudiantes conecten los conceptos abstractos con fenómenos observables, por lo que si hay acceso limitado a este tipo de experiencias se puede limitar la comprensión profunda de la disciplina.

La pandemia de COVID-19 acentuó significativamente estas limitaciones de enseñar química mediante actividades experimentales debido que, mientras la crisis sanitaria se extendía, se tomaron medidas de seguridad, como el distanciamiento social, para prevenir la propagación del virus lo que llevó a la suspensión de clases presenciales. Por lo que la educación en química, así como la de otras ciencias eminentemente experimentales, tuvo de adaptarse a contextos virtuales (Cabrera-Quintero et al., 2021). Por su parte, el ámbito teórico de la formación puede ser abordado de manera virtual, no así el ámbito práctico, el cual enfrenta grandes obstáculos para continuar con los aprendizajes dentro de este escenario, porque se requieren herramientas y/o instalaciones difíciles de encontrar o inexistentes en el hogar de los/as estudiantes.

Si bien se llevaron a cabo muchos esfuerzos en las instituciones educativas, para los cuales no había planificación previa, con el fin de ofrecer una continuidad en el proceso de enseñanza; de todas formas, los/las profesores/as y estudiantes debieron adaptarse a un nuevo escenario virtual, en donde se destacó la suspensión de las actividades experimentales por la dificultad que presentan para ser trasladados a la virtualidad; no obstante, en este contexto, los simuladores se han convertido en una gran herramienta.

### **1.2.2 Actividades experimentales y simulaciones como estrategias didácticas**

Las actividades experimentales y las simulaciones son estrategias complementarias y fundamentales en la enseñanza de las ciencias, debido a que son sinérgicas y pueden lograr un proceso de aprendizaje más completo y significativo (Fiad y Galarza, 2015; Vinueza, 2022).

Por un lado, las actividades experimentales, como ya se mencionó anteriormente, ofrecen a los/las estudiantes la oportunidad de experimentar y observar fenómenos en tiempo real y desde

una experiencia tangible, lo cual promueve una comprensión más profunda de los conceptos abstractos de la química y promueve habilidades experimentales que a su vez promueve el desarrollo de habilidades cognitivas como el pensamiento crítico y resolución de problemas. Por otro lado, las simulaciones virtuales de laboratorios son estrategias didácticas que permiten complementar el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que ayudan a que los/las estudiantes simulen experimentos y reacciones químicas con precisión y seguridad facilitando el aprendizaje de los conceptos de la química (Verastegui, 2021).

Estas herramientas virtuales, facilitan la repetición y modificación de experimentos, posibilitando el refuerzo de conocimientos y, asimismo, las/los estudiantes tienen la flexibilidad de acceder a ellas en cualquier momento, lo cual promueve su autonomía dentro del proceso de aprendizaje; sin embargo, las simulaciones no pueden replicar la experiencia de actividades experimentales de manera completa debido a que la experimentación directamente con las sustancias y observar las reacciones en tiempo real permite finalmente la adquisición de habilidades experimentales.

Es por esto que las actividades experimentales y las simulaciones se pueden complementar para entregar una enseñanza más completa y significativa de la química. La integración efectiva de ambos enfoques puede ser a través de pre-laboratorios con simulaciones, en donde, los/las estudiantes pueden comenzar realizando actividades con simulaciones para comprender los conceptos y adquirir habilidades básicas antes de pasar a las actividades experimentales en el laboratorio. Esto les permite mejorar la preparación, conocer los procedimientos y comprender los conceptos claves (Rayment et al., 2022).

Debido a la importancia que tiene el desarrollo de habilidades experimentales, la adquisición de estas, durante el proceso de formación docente es esencial, puesto que estas habilidades no solo son fundamentales para su propia comprensión, sino que también les permite desempeñar un papel activo y fundamental dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de sus estudiantes, siendo un ente que los guía y acompaña en la construcción del conocimiento. Para que este apoyo sea efectivo es importante entregar a los docentes en formación las herramientas necesarias para el desarrollo integral de competencias pedagógicas y científicas, en donde adquieran la capacidad para diseñar y llevar a cabo actividades experimentales que fomenten la curiosidad e indagación en los/las estudiantes. Esto implica que durante su formación exista una base sólida en el ámbito teórico y práctico, en donde en este último se les brinden espacios y oportunidades para que desarrollen y perfeccionen sus habilidades experimentales.

### 1.2.3 Aspectos curriculares en la formación de Profesores/as en Química

Los estándares curriculares son guías esenciales que enmarcan la formación educativa de las/los estudiantes a lo largo de la carrera y establecen las habilidades experimentales que estos deben desarrollar (MINEDUC, 2022). Estos están organizados en una progresión, lo que permite que exista una transición entre el desarrollo de habilidades experimentales de menor nivel al desarrollo de habilidades experimentales de mayor nivel. Además, abordan de manera específica técnicas o procesos involucrados en las actividades experimentales, garantizando así que se desarrollen las habilidades experimentales para planificar y ejecutar experimentos de manera efectiva.

Los estándares de formación para las Carreras de Pedagogía son entregados por el Ministerio de Educación (MINEDUC, 2012 y 2022), sirviendo como marco regulador y definiendo los conocimientos y competencias para la íntegra formación inicial docente, los cuales son elaborados sobre la base de la buena enseñanza, para orientar y fortalecer la profesión docente. En el caso de los Estándares de Formación Docente en la carrera de Pedagogía en Química, estos nos entregan un marco de referencia en relación con las competencias, tanto pedagógicas como de la disciplina, que deben desarrollar los/las profesores/as en formación de dicha carrera (Tabla 1). Al comparar los estándares de química del año 2022 con los estándares de química del año 2012, hay una disminución en la cantidad de referencias al trabajo experimental, lo cual sugiere que a través de los años se le ha quitado importancia del papel de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias. Esta reducción en el énfasis en las actividades experimentales se alinea con la preocupación expresada anteriormente sobre la falta de atención hacia la química y las ciencias en general en el sistema educativo actual.

Tabla 1: Estándares de formación docente en la carrera de Química referidos a actividades experimentales (MINEDUC, 2012 y 2022)

Estándares 2012	Estándares 2022
Comprende que la aproximación experimental de la formación de conocimiento en Química debe acompañarse de reflexión, discusión y comunicación.	Identifica las variables relevantes de una investigación científica, reconociendo aquellas que se deben controlar al diseñar situaciones experimentales, y usa este conocimiento en otros campos disciplinares.
Reconoce y caracteriza experimentalmente diferentes tipos de fuerzas intra e intermoleculares, y fundamenta las propiedades físicas de sustancias según el tipo de interacciones.	Diseña proyectos observacionales o de intervención, no-, cuasi- o experimentales que permiten dar respuesta a preguntas de carácter científico.

Relaciona teórica y experimentalmente los estados de la materia (líquidos, sólidos y gases) con las propiedades que las definen y caracterizan, y los ejemplifica a través de la simple observación de fenómenos naturales o cotidianos.

Interpreta teórica y experimentalmente las leyes que rigen el comportamiento de los gases en términos de la teoría cinética molecular y las aplica en situaciones frecuentes o cotidianas.

Distingue teórica y experimentalmente entre mezclas heterogéneas, dispersiones coloidales y mezclas homogéneas, utilizando para éstas últimas diferentes unidades de concentración.

Aplica en forma teórica y experimental a través de experimentos, simulaciones o modelamiento, los principios de la estequiometría y de las leyes ponderales a la resolución de problemas del ámbito químico, industrial y de la vida diaria.

Predice y explica en forma teórica y experimental propiedades físicas de una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos a partir de su estructura.

Explica la evolución del pensamiento y del quehacer científico a lo largo de la historia destacando hitos centrales de su desarrollo, y comprende que uno de los componentes centrales de la evolución del conocimiento científico es la aproximación experimental.

Diseña actividades experimentales de aprendizaje, considerando la centralidad del control de variables, en el contexto de la ciencia escolar.

Utiliza herramientas matemáticas y estadísticas, como por ejemplo la gráfica, la desviación estándar, el error y el promedio, en el tratamiento de datos provenientes de actividades experimentales.

Conoce los conceptos ley, teoría, hipótesis, entre otros, y los relaciona con los métodos de generación de conocimiento científico (histórico, experimental, etc.)

Determina experimentalmente las propiedades físicas y químicas que permiten identificar una sustancia pura y, mediante la aplicación de las teorías de Lewis, del enlace de valencia y de los orbitales moleculares, infiere su estructura

Identifica los procesos que permiten separar los componentes de una mezcla, mediante la comparación de sus propiedades físicas y químicas, para diseñar procedimientos experimentales que permitan resolver problemáticas medioambientales como la contaminación del suelo, el agua o del aire.

Selecciona situaciones experimentales que permitan evidenciar el cambio en la identidad química de las sustancias y la conservación de la masa en las reacciones químicas, para promover que sus estudiantes reconozcan empíricamente las principales características de los cambios químicos y las apliquen en la toma de decisiones asociadas a la gestión de los cambios químicos en la vida cotidiana.

---

Por otra parte, las competencias pedagógicas descritas en estos estándares se han mantenido, en el reconocimiento que son fundamentales en los procesos de transformación de la información en conocimientos de las/los profesoras/es universitarios. Estas competencias son el conjunto de conocimientos, habilidades y aptitudes que permiten desarrollar la docencia con calidad, por lo que son elementos relevantes en todo el proceso de la construcción del

conocimiento. Es decir, estas competencias permiten a los docentes y estudiantes actuar con autonomía y responsabilidad (Espín y Juanes, 2021; Rivadeneira, 2017).

En resumen, las competencias pedagógicas se refieren al conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que le permitan desarrollar una docencia de calidad y responder de forma adecuada a los problemas que la enseñanza les plantea. Y por su parte, las competencias científicas en un docente de química son indispensables puesto que son las competencias necesarias para hacer ciencia y resolver problemas en el campo de investigación aplicando el conocimiento científico al contexto de las situaciones de cotidianidad, por tanto, el correcto desarrollo de estas capacidades en los docentes permite que puedan transferirlas a sus estudiantes, para que ellos y ellas puedan comprender mejor el conocimiento científico, reconocer los rasgos claves de la investigación científica y utilizar los conocimientos científicos en la toma de decisiones, ante los diferentes problemas que se presentan, ya sea en la vida cotidiana, en el sector económico, laboral, etc. (Chávez-Angulo y Romero-Martin, 2021; Rojas, 2018)

#### **1.2.4 Competencias científicas y el desarrollo de habilidades experimentales**

Durante muchos años la enseñanza se ha basado en un aprendizaje tradicional, el cual se caracteriza por estar centrado en una exposición continua de contenidos por parte del docente, en donde sólo prioriza la memorización por parte del estudiante por lo que no permite la alfabetización científica para el desarrollo de habilidades de orden superior como lo es el pensamiento crítico y creativo.

Por su parte, el trabajo a través de actividades experimentales contribuye de manera positiva a este proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, particularmente en química, el cual, a pesar de ser un proceso complejo, sí es que se le entregan las herramientas prácticas a los/las estudiantes, mejora el rendimiento en relación con la comprensión de las ciencias. Un ejemplo de la valorización de las experimentales a nivel de gobierno lo describe Shana (2020), describiendo que como nación “el emirato de Abu Dhabi en particular ha realizado recientemente cambios drásticos en su sistema educativo en términos de calificaciones de maestros y prácticas en el aula mientras pone énfasis en desarrollar habilidades del siglo 21 y preparar a los/las estudiantes para ingresar al mercado moderno” (p.200). Así, la educación científica debe estar orientada a promover la alfabetización científica y con ello el desarrollo de competencias teóricas y prácticas con el fin de brindar aprendizajes significativos para el

desarrollo integral de las/los estudiantes. Se enfatiza que la educación en el área de química debe trascender la teoría, lo que implica que el docente le debe proporcionar actividades experimentales a los/las estudiantes que permitan aplicar el conocimiento y promueva el desarrollo de las habilidades experimentales.

Existe un consenso sobre la importancia de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias y específicamente en la enseñanza de la química. Sin embargo, cabe destacar que hay diversas metodologías para llevar a cabo estas actividades, lo que refleja la diversidad de enfoques pedagógicos en el ámbito educativo. Algunas de estas son el aprendizaje a través de la indagación, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas.

El aprendizaje a través de actividades de indagación se sostiene en la teoría constructivista y es una estrategia de enseñanza en la cual las/los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje, a través de la indagación en preguntas de investigación o problemas a resolver relacionados con la química. Esta estrategia favorece el aprendizaje tanto sobre contenidos como destrezas científicas puesto que permite a las/los estudiantes obtener aprendizajes significativos al ver cómo los conceptos se aplican en situaciones del mundo real. (Díaz, 2022; González y Crujeiras, 2016)

El aprendizaje cooperativo, el cual es la continuidad de la concepción del aprendizaje activo, es una estrategia que se basa en la dinámica grupal en el aula, en donde, se considera al profesor como un facilitador de las actividades y promotor de habilidades de cooperación. Por otro lado, los/las estudiantes desempeñan un papel activo al construir y descubrir su propio conocimiento por medio de la colaboración y las relaciones interpersonales con su grupo de trabajo en el que se van generando roles que obtienen un continuo feedback y autoaprendizaje para el correcto desarrollo de la actividad. Las actividades experimentales son una herramienta para fomentar este tipo de aprendizaje debido a que implican la exploración, reflexión y aplicaciones de los conceptos. (Calderón León, 2021; Moreno & Rueda, 2017; Carrillo et al., 2018)

El aprendizaje basado en problemas se sustenta en diferentes corrientes teóricas del aprendizaje, sin embargo tiene particulares bases en la teoría constructivista, es una estrategia de enseñanza en donde los/las estudiantes trabajan de manera colaborativa en pequeños grupos, desarrollando habilidades y aptitudes, por lo que puede beneficiar a las actividades experimentales, puesto que proporciona un contexto práctico, permitiendo buscar soluciones a

problemas formulando preguntas, debatiendo ideas, planificando experimentos y recolectando y analizando datos. (Ayala et al., 2020; Cañas, 2019; Guevara, 2011)

Por otro lado, para la eficacia del trabajo práctico, Sánchez (2022) propone que previo a las actividades experimentales las/los estudiantes deben ser estimulados entregándoles información sobre lo que están investigando y la retroalimentación por parte de los docentes en las actividades experimentales es un factor importante. Según menciona Sánchez (2022) muchas veces la evaluación de los laboratorios realizados por las/los estudiantes se lleva a cabo a través de la realización de informes o reportes, lo cual hace imposible y complicado obtener una visión real de las habilidades experimentales adquiridas por los/las estudiantes debido a que, cuando en un informe se llega a un resultado correcto se puede suponer que la técnica para obtener el resultado fue correcta; sin embargo, en el caso de que se obtenga un resultado incorrecto, el problema puede estar en la comprensión teórica o en la técnica que produce el resultado. En esta última situación mencionada anteriormente, los/las estudiantes pondrán mayor énfasis en los resultados de un ejercicio en lugar de los procesos empleados para lograr los objetivos y, por lo general, evitarán aprender habilidades experimentales, las cuales se pueden considerar sustancial en el desarrollo de competencia en técnicas experimentales debido a que promueven el desarrollo de las denominadas habilidades blandas como la comunicación y escucha efectiva, trabajo en equipo, liderazgo, toma de decisiones, planificación y gestión del tiempo, etc. Estas habilidades son clave en el desarrollo integral de una persona por lo que combinar las habilidades experimentales con el desarrollo de estas debe ser una prioridad.

### **1.2.5 Educación Científica**

La educación científica comprende tres objetivos principales de aprendizaje: aprender ciencias; aprender sobre ciencia; y aprender a hacer ciencia (Gericke et al., 2022). En donde los primeros dos objetivos están relacionados con el ámbito teórico, mientras que el último objetivo está relacionado con el ámbito práctico como lo son las denominadas “actividades experimentales” en donde se desarrollan habilidades experimentales.

Las habilidades experimentales son definidas como “aquellas que se forman en la actividad experimental, donde se modelan fenómenos o proponen hipótesis, se proponen y adoptan procedimientos experimentales para comprobar los conocimientos específicos de cada

disciplina o ciencia y luego explicar los resultados que se obtienen en la práctica experimental” (Martin et al., 2018).

Estas habilidades se pueden clasificar en diferentes niveles dependiendo de la actividad involucrada, estos diferentes niveles son definidos por Campbell et al. (2022):

1. **Habilidades básicas:** Aquellas que son esenciales y necesarias para cursos prácticos de primer año, es decir, son habilidades fundamentales debido a que proporcionan una base para habilidades de nivel superior.
2. **Habilidades intermedias:** Aquellas que son teóricas y/o técnicamente más avanzadas que la categoría anterior y deben ser desarrolladas por las/los estudiantes durante su formación en cursos prácticos.
3. **Avanzado/Opcional:** Aquellas que son más especializadas aplicadas a nivel investigativo, por lo que implica consideraciones operativas de mayor complejidad brindando a las/los estudiantes desarrollar e indagar en áreas de interés propio.

Las actividades experimentales en el laboratorio tienen un papel clave en la enseñanza de la química, tanto porque permite al estudiante aprender a través de la experimentación y poner en práctica sus saberes dando sentido a la realidad que le rodea, como porque promueve el desarrollo de habilidades experimentales y competencias relacionadas con el pensamiento crítico y creativo, toma de decisiones, reflexión y observación, etc.

Según Real Sociedad de Química (2021) las actividades experimentales son el núcleo del proceso de aprendizaje de la ciencia, ya que ahí se promueven objetivos en el aprendizaje de las ciencias, tales como:

- Despertar y mantener el interés, la actitud, la satisfacción, la apertura mental y la curiosidad.
- Desarrollar el pensamiento creativo y la capacidad de resolución de problemas.
- Promover aspectos del pensamiento científico y del método científico. Desarrollar la comprensión conceptual.

- Desarrollar habilidades experimentales (por ejemplo, diseñar un experimento, registrar datos y analizar e interpretar los resultados obtenidos de la realización de un experimento).

Lo anterior confirma que las actividades experimentales en el laboratorio mejoran la comprensión de la ciencia por parte de los/las estudiantes, además de ser motivador, generando interés por aprender ciencia y desarrollar habilidades experimentales y de orden superior en ellos. Sin embargo existen dificultades, por parte de los docentes, en la implementación de prácticas científicas en las actividades experimentales puesto que se encontró que estos perciben como un desafío iniciar el trabajo práctico en línea con la investigación guiada o abierta, tenían dificultades para diseñar ejercicios de los/las estudiantes para el trabajo práctico, como lo es formular hipótesis, identificar y establecer controles, manejar equipos y diseñar un plan confiable y válido para la investigación, además era desafiante encontrar formas de brindar apoyo y retener información para promover la autenticidad (Gericke et al., 2022).

Las habilidades experimentales son parte de las competencias científicas que deben desarrollar los/las estudiantes en formación de profesores/as de química donde se necesita constancia en las instancias de laboratorio puesto que como lo plantea Sánchez (2022) en estas actividades curriculares se ven involucradas tres fases: “la fase cognitiva que requiere instrucción, la asociativa fase que requiere práctica y retroalimentación, y la fase de autonomía cuando el desempeño de la habilidad se convierte en casi automático”, es por esto que las actividades experimentales son una estrategia fundamental como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación científica favoreciendo el desarrollo de competencias en las/los estudiantes.

En este trabajo de título se presenta una propuesta educativa donde se espera que las/los estudiantes desarrollen competencias científicas que mejoren su formación como futuros/as profesores/as de química, integrando las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, particularmente en el área de química inorgánica.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Elaborar una propuesta educativa que contenga recursos educativos e instrumentos de evaluación, que promuevan el desarrollo de competencias científicas, considerando el marco de actividades experimentales de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II (Plan de Estudio 2019) de la carrera de Pedagogía en Química de la UMCE.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 2.2.1 Identificar referencias a actividades experimentales comprometidas en los programas de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II del Plan de Estudio 2019 de la carrera de Pedagogía Química, para el desarrollo de competencias científicas y/o habilidades experimentales, mediante un análisis documental.
- 2.2.2 Elaborar recursos educativos que promuevan el desarrollo de competencias científicas y/o habilidades experimentales comprometidas en el Plan de Estudio 2019, utilizando como estrategia didáctica la práctica experimental.
- 2.2.3 Elaborar un instrumento de evaluación, que permita determinar el grado de desarrollo de competencias científicas y/o las habilidades experimentales, en estudiantes de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II, utilizando instrumentos de evaluación de desempeño.
- 2.2.4 Retroalimentar los recursos educativos del punto 2.2.2, a través de una aplicación piloto exploratoria.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño Metodológico de la revisión bibliográfica para el levantamiento del marco teórico de habilidades experimentales**

Se realizó un levantamiento del marco conceptual de la investigación, a través de una revisión bibliográfica, con el propósito de establecer relaciones que permitan construir el concepto de “Habilidades experimentales”. Se realizó una búsqueda utilizando los motores de búsqueda y bases de datos de Google Académico, Dialnet, Scopus y SciELO, repositorios universitarios, etc., utilizando palabras claves que hacen referencia a las habilidades experimentales. Debido a la amplitud del tema se delimitó y priorizó los estudios e investigaciones recientes, es decir, publicaciones en los últimos 5 años, en lenguaje inglés y español y publicados en revistas en corriente principal; sin embargo, se mantendrán escritos fundantes o esenciales de las concepciones, las que independiente del tiempo transcurrido, siguen siendo fruto de nuevas reflexiones y profundizaciones.

La construcción del marco teórico de las habilidades experimentales se llevó a cabo considerando los estándares pedagógicos vigentes, para la carrera de Pedagogía en Química debido a que estos enmarcan las competencias necesarias para el adecuado desarrollo del proceso de enseñanza.

#### **3.2 Elaboración de Recursos Educativos y de instrumento de Evaluación**

Con base en las competencias y habilidades identificadas, se procedió a la creación de recursos educativos y instrumento de evaluación.

Los recursos educativos fueron diseñados con un enfoque pedagógico que fomenta el desarrollo de las competencias científicas y habilidades experimentales específicas. Se buscó la integración de actividades prácticas y experimentos que permitan a las/los estudiantes aplicar y consolidar sus conocimientos. Además, se exploró en la utilización de tecnologías educativas para enriquecer la experiencia de aprendizaje, como lo son las simulaciones interactivas.

En cuanto al instrumento de evaluación, se centraron en medir el rendimiento de los/las estudiantes de manera coherente con los objetivos del plan de estudios, abarcando diversas formas de evaluación que incluyan tanto aspectos teóricos como prácticos. Por lo que se optó por la implementación de una pauta de cotejo clara y detallada. Esta sirve como guía para

evaluar el desempeño de los/las estudiantes en las diferentes actividades, proporcionando criterios específicos para cada competencia y habilidad

### 3.3 Validación de Instrumentos e Implementación Piloto

Para validar la calidad y pertinencia de los recursos educativos e instrumentos de evaluación, se llevó a cabo un proceso de validación mediante una prueba piloto. Los sujetos participantes formaban parte del equipo docente del área de Química Inorgánica, quienes proporcionaron retroalimentación detallada sobre la claridad y relevancia de los recursos e instrumentos diseñados. La retroalimentación obtenida se utilizó para realizar ajustes y mejoras en los instrumentos.

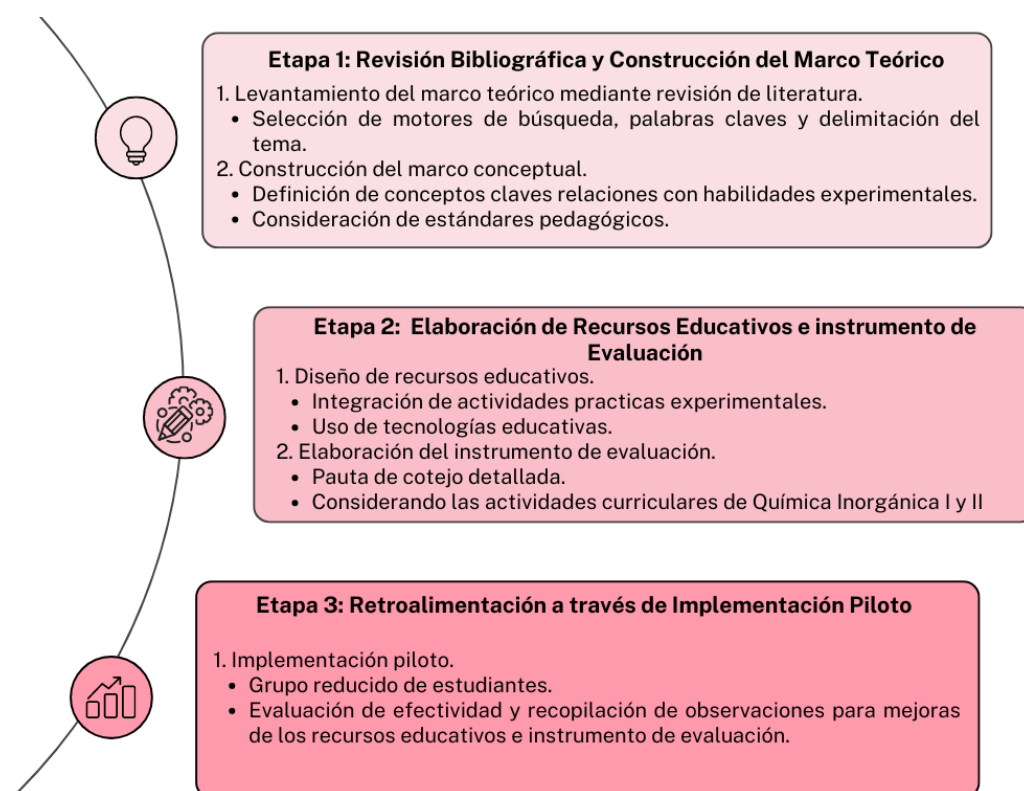


Figura 1. Diagrama de la secuencia metodológica.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el logro del objetivo específico 1, donde se comprometió la identificación de actividades experimentales en los programas de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II, se realizó un análisis documental.

A continuación, se presenta una breve descripción del contexto del Plan de Estudio de la carrera de Pedagogía en Química en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE).

### 4.1 Plan de Estudios

La Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE) ofrece una formación integral para los/las futuros/as profesores/as de química, en donde se abarca el desarrollo tanto del ámbito disciplinar como de las habilidades pedagógicas necesarias para enseñar, destacando la importancia de las actividades experimentales siendo uno de los componentes esenciales en la formación.

La carrera de Pedagogía en Química en la UMCE tiene dos planes de estudios en vigencia (UMCE, 2023):

- a) Plan de estudios 2005, el cual es seguido por estudiantes que ingresaron antes de la cohorte 2019, quienes se encuentran en diversos puntos del proceso de formación ya sea finalizando su titulación efectiva o con asignaturas pendientes de su prosecución curricular.
- b) Plan de Estudios 2019: el cual incluye a los/las estudiantes que ingresaron a partir de la cohorte 2019 en adelante, con un currículum basado en competencias y que van con prosecución curricular normal.

Cómo se ha descrito, estos planes de estudio coexisten; sin embargo, el análisis se centra en el plan de estudios 2019 debido a que los/las estudiantes que fueron formados con este programa son aquellos que ingresaron a partir de la cohorte 2019 y egresan a partir del 2023 en adelante. Esta elección se justifica por la relevancia de evaluar la formación de los futuros docentes de Química y evaluar cómo este programa del año 2019 los prepara en el marco de las competencias científicas.

Se analizaron las secciones de los programas de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y Química Inorgánica II, como criterio de identificación se utilizó el hacer referencia a actividades experimentales y con el fin de tener una visión organizada y específica de la información clave se realizaron las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Identificación de referencias a actividades experimentales en el programa de Química Inorgánica I.

Sección del programa	Mención a actividades prácticas experimentales
Descripción General de la Actividad Curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "...Los laboratorios se centran en el logro de habilidades relacionadas con el análisis inorgánico cualitativo y cuantitativo."</li> <li>- "Esta actividad curricular es de orden presencial y se desarrolla tanto en el aula como en el laboratorio."</li> </ul>
Resultado Formativo de la Actividad Curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aplica los principios generales, aprendidos en clases, a problemas químicos concretos planteados tanto en el laboratorio como en la vida diaria."</li> <li>- "Desarrolla la habilidad para analizar e informar resultados de investigación."</li> </ul>
Núcleo de Aprendizaje 1. Nomenclatura inorgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."</li> <li>- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."</li> </ul>
Núcleo de Aprendizaje 2. Electroquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."</li> <li>- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."</li> </ul>
Núcleo de Aprendizaje 3. Enlace químico y Orbitales moleculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."</li> <li>- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."</li> </ul>

Tabla 3. Identificación de actividades experimentales en el programa de Química Inorgánica II.

Sección del programa	Mención a actividades prácticas experimentales
Descripción General de la Actividad Curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "En el laboratorio, entre las habilidades a lograr, están analizar material descriptivo relacionado con los elementos químicos y los compuestos que forman entre sí..."</li> <li>- "Su aporte a la práctica es reforzar los conocimientos y procesos de enseñanza aprendizaje de la química, junto con el análisis de situaciones problemáticas propias de la disciplina."</li> <li>- "Esta actividad curricular es de orden presencial y se desarrolla, predominantemente en aula como en laboratorio."</li> </ul>
Resultado Formativo de la Actividad Curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aplica los principios generales, aprendidos en clases, a problemas químicos concretos planteados tanto en el laboratorio con situaciones experimentales."</li> <li>- "Conoce los propósitos y características de las actividades prácticas experimentales, que apoyan los procesos de enseñanza aprendizaje de la Química y genera estrategias colaborativas con equipos de trabajo entre sus compañeros de aula."</li> </ul>
Núcleo de Aprendizaje 1: Fuerzas Intermoleculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "En el laboratorio con situaciones experimentales."</li> <li>- "Controles escritos (1 evaluación por cada laboratorio)"</li> <li>- "Presentaciones grupales semanales de las y los estudiantes (1 evaluación cada laboratorio)"</li> </ul>
Núcleo de Aprendizaje 2. Compuestos Iónicos	- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."
Núcleo de Aprendizaje 3. Elementos de Transición	- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."

En las tablas anteriormente descritas es posible observar, en ambos programas, la presencia de actividades experimentales, evidenciando un enfoque pedagógico que reconoce la importancia de la aplicación práctica del conocimiento teórico adquirido. La frecuencia semanal de las actividades experimentales, junto con las diferentes etapas de evaluación en donde se hace referencia a estas, indica un compromiso continuo a lo largo de estas actividades curriculares, lo cual debería permitir un desarrollo integral y progresivo de las habilidades experimentales de las/los estudiantes que las cursen. Estas actividades experimentales ofrecen una oportunidad para que las/los estudiantes no solo comprendan los conceptos teóricos, sino que también para que adquieran experiencias directas en la aplicación de estos conceptos a situaciones reales, con un enfoque estructurado y constante hacia el aprendizaje práctico, permitiendo un crecimiento continuo de las habilidades experimentales de ellos.

Sin embargo, considerando la pérdida de actividades experimentales en los últimos años (2018 a 2022 por situaciones contingente), es que los/las estudiantes que participan en estos cursos puede que no hayan adquirido en su totalidad las habilidades experimentales que deberían tener a este nivel. Por esta razón, es importante contar con recursos educativos e instrumento de evaluación que permitan medir de manera efectiva el grado de desarrollo de estas habilidades.

## **4.2 Recursos educativos**

Como parte del material didáctico se elaboró la Guía de pre-laboratorio virtual (Anexo I), Guía de laboratorio para estudiantes (Anexo II) y la guía de laboratorio para el profesor (Anexo III).

Tanto la guía de “Pre-laboratorio” como la guía de “Preparación de soluciones” fueron elaboradas con un enfoque de indagación. La contextualización proporciona un contexto significativo para los conceptos, por lo que se facilita la conexión entre la información y las experiencias tangibles en el mundo real, lo que contribuye a una comprensión más significativa y la aplicación de los conocimientos aprendidos debido a que se centran en proporcionar a los/las estudiantes no solo información, sino que también el estímulo y herramientas necesarias para explorar y aplicar conceptos de manera reflexiva. Este enfoque desarrolla habilidades de investigación y autonomía en la búsqueda y síntesis de información para resolver problemas planteados (Burgos et al., 2021).

La guía de pre-laboratorio virtual presenta como objetivo de la actividad “Preparar a los y las estudiantes para el laboratorio práctico posterior, donde aplicarán estas habilidades en un entorno físico”, se incluyó una breve contextualización en la sección de focalización. Además, se incluyeron tres preguntas que abordan aspectos específicos relacionados con la química y el proceso de formación del precipitado y una pregunta que busca explorar posibles aplicaciones prácticas de la actividad. La Figura 2 muestra la portada de la guía de pre-laboratorio, mientras que la guía completa se presenta en el anexo.



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Química

## Pre-laboratorio

**Objetivo:** Preparar a los estudiantes para el laboratorio práctico posterior, donde aplicarán estas habilidades en un entorno físico.

### 1. Focalización

La propuesta de explotación minera en Otero de Herreros, Segovia, ha generado un fuerte rechazo de Ecologistas en Acción de Segovia. La Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León S.A. (SIEMCALSA) busca extraer wolframio, estaño, zinc, cobre y plata, enfrentándose a críticas por sus riesgos para

Figura 2. Portada de la guía de Pre-laboratorio.

La Guía de Laboratorio para estudiantes presenta el objetivo de “Evaluar habilidades prácticas en la manipulación de reactivos, la medición de volúmenes y la observación de cambios químicos”, se incluyó una breve contextualización en la sección de focalización. Además, se incluyeron dos preguntas que abordan aspectos específicos relacionados con la química y el proceso de formación del precipitado y dos preguntas que buscan explorar posibles aplicaciones prácticas de la actividad. La Figura 3 muestra la portada de la guía de laboratorio para estudiantes, mientras que la guía completa se presenta en el anexo.



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Química

## Guía de Laboratorio: “Preparación de soluciones”

**Objetivo:** Evaluar habilidades prácticas en la manipulación de reactivos, la medición de volúmenes y la observación de cambios químicos.

### 1. Focalización

En el ámbito científico y analítico, la correcta preparación de soluciones es un componente esencial para la obtención de resultados precisos y confiables.

Figura 3. Portada de la guía de laboratorio de estudiantes

La Guía de Laboratorio para el profesor está diseñada para guiar la actividad experimental de manera efectiva puesto que le proporciona al profesor las herramientas necesarias para llevarla a cabo. Se incluyeron detalles sobre la preparación de la actividad, consejos de seguridad, un glosario explicativo y una estructura de evaluación mediante una pauta de cotejo, asegurando que se cumplan los objetivos delineados en la guía. En la figura 4 se muestra la portada de la guía de laboratorio para el profesor y en el anexo se presenta de manera completa.



Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación  
Facultad de Ciencias Básicas  
Departamento de Química

## Guía de Laboratorio para el profesor: “Preparación de soluciones”

### 1. Objetivos de laboratorio.

→ Evaluar las habilidades experimentales de los estudiantes en la preparación precisa y segura de soluciones químicas inorgánicas, profundizando su comprensión de los principios y técnicas asociadas con la química de los compuestos inorgánicos.

Figura 4. Portada de la guía de laboratorio para el profesor

Para la observación de las habilidades experimentales, asociadas a las competencias científicas en la formación de profesores de química, se elaboró una Pauta de Cotejo (Anexo IV), como instrumento de evaluación en la actividad experimental “Preparación de soluciones”. A través de este se espera apoyar la observación de las habilidades experimentales de los/las estudiantes durante la actividad. La pauta se centra en conceptos, tales como la precisión en una preparación de soluciones, el manejo seguro de reactivos, el cumplimiento de procedimientos experimentales, la aplicación de conceptos químicos, entre otros. En la Tabla 4 se presentan los aspectos que apuntan a evaluar cada criterio en la Pauta.

Tabla 4. Habilidad evaluada por el/la profesor/a de laboratorio, a través de la Pauta de Cotejo para la preparación de soluciones.

N° de habilidad	Descripción de la habilidad experimental que debe desarrollar el/la estudiante/Sugerencia de evaluación
1	Evalúa si el estudiante tiene una comprensión clara de los objetivos del experimento antes de comenzar. <i>Esta habilidad permite conocer si el estudiante realizó el pre-laboratorio y tiene claridad del fin de la actividad experimental, por lo que el profesor debe entrevistar al estudiante acerca de los objetivos del laboratorio.</i>
2	Evalúa la capacidad del estudiante para organizar y comprender el procedimiento experimental de manera visual. <i>Esta habilidad da cuenta de la comprensión de los procesos, paso a paso, que se deben llevar durante el laboratorio; por ejemplo, si el estudiante elabora esquema, dibujo, resumen, punteo u otro, el que debería estar registrado en el cuaderno de laboratorio u otro medio de registro de lo realizado en la actividad experimental..</i>
3	Evalúa la precisión y exactitud en la realización de cálculos relacionados con la preparación de soluciones. <i>Esta habilidad se refleja en los cálculos matemáticos que realizan las/los estudiantes durante la determinación de masas para preparar las soluciones comprometidas en las practica experimental. Se espera observar conocimientos obtenidos durante los cursos previos/prerrequisitos (Química General); tales como, razones y proporciones, cálculo de concentración, cifras significativas, precisión y exactitud, determinación de masas moleculares, etc.</i>
4	Evalúa la habilidad del estudiante para elegir los instrumentos y reactivos necesarios de manera apropiada. <i>Esta habilidad asociada a la habilidad anterior, ya que el/la estudiante debe tener conocimientos previos para reconocer los instrumentos adecuados. Por ejemplo, utilizar una balanza granataria si está preparando una solución 1% m/v o una balanza analítica si está preparando una solución estándar o mM, de manera similar debe reconocer el uso de matraces aforados cuando sea necesario.</i>
5	Evalúa la destreza del/la estudiante al utilizar instrumentos de medición, garantizando la precisión en las mediciones. <i>Esta habilidad da cuenta del manejo de laboratorio de las/los estudiantes obtenidos durante los cursos previos/prerrequisitos (Química General), puesto que se espera que manipulen correctamente los instrumentos de medición para obtener resultados confiables. Por ejemplo, que puedan utilizar la balanza correctamente en el ajuste y calibración, manejo de las muestras u otros.</i>
6	Evalúa la eficiencia del estudiante al gestionar el tiempo asignado para la actividad experimental. <i>Esta habilidad permite conocer la capacidad de las/los estudiantes en organizar sus tiempos de trabajo, utilizado en cada proceso de la práctica experimental.</i>
7	Evalúa el manejo del material volumétrico y la habilidad para enrasar adecuadamente. <i>Esta</i>

*habilidad al igual que la habilidad N°5 refleja el manejo de laboratorio obtenido durante cursos previos, como Química General, en donde se espera que por ejemplo puedan aforar en un matraz aforado o medir un volumen correctamente en una probeta (observando la posición del menisco y la ausencia de burbujas).*

- 8 y 9      Evalúa la comprensión del estudiante sobre la importancia de utilizar productos químicos de alta pureza y cómo manejarlos. *Esta habilidad permite conocer la capacidad de los/las estudiantes para comprender la importancia de utilizar productos químicos de alta pureza en una reacción que se afecta por la presencia de impurezas y/o su habilidad para manejarlos adecuadamente. Se espera que los/las estudiantes utilicen técnicas y precauciones en el procedimiento experimental, para evitar la contaminación durante la manipulación y utilización de reactivos en el laboratorio, almacenamiento adecuado, entre otros.*
- 10        Evalúa la responsabilidad del estudiante en el manejo adecuado de los residuos químicos generados durante la actividad. *Esta habilidad refleja si las/los estudiantes siguen los procedimientos correctos para la adecuada eliminación de residuos químicos. Así también se espera que empleen prácticas seguras en la manipulación de estos, demostrando conocimiento y comprensión sobre los peligros asociados para el medio ambiente y/o la salud humana.*
- 11        Evalúa la capacidad de la/el estudiantes para cumplir con las normas y prácticas de seguridad establecidas en un entorno de laboratorio. *Esta habilidad da cuenta de la capacidad de las/los estudiantes para trabajar de manera segura en un entorno donde se manejan materiales potencialmente peligrosos. Por ejemplo, si las/los estudiantes están familiarizados con las normas en el uso adecuado de equipos de protección personal (guantes o gafas), demostrando comprensión y conciencia sobre la importancia de protegerse a sí mismo.*
- 12        Evalúa la responsabilidad del estudiante para mantener un entorno de trabajo ordenado y limpio. *Esta habilidad busca observar la capacidad de las/los estudiantes para seguir los procedimientos establecidos y así garantizar la seguridad personal y de su grupo de trabajo, eficiencia en el trabajo, cuidado de los recursos compartidos, calidad de los resultados u otros.*
- 13        Evalúa la prudencia del estudiante al seguir prácticas seguras durante la manipulación de sustancias químicas. *Esta habilidad se centra en acciones que reflejan un comportamiento responsables y conscientes con el manejo de productos químicos en el laboratorio. Por ejemplo, si el/la estudiantes está trabajando con sustancias que emiten vapores tóxicos debe utilizar una campana de extracción.*
- 14        Evalúa la capacidad del estudiante para reconocer y formular adecuadamente las reacciones químicas involucradas en el proceso. *Esta habilidad da cuenta de la comprensión y aplicación de conocimientos químicos aprendidos en la cátedra o de manera teórica, para describir procesos en un entorno experimental, en donde se espera que tengan un entendimiento sólido de las reacciones químicas involucradas, por ejemplo, identificando reactivos y productos involucrados en el proceso, utilizando reacciones equilibradas, reconociendo la formación de precipitados (amorfos y cristalinos durante el procedimiento), entre otras.*
- 

#### **4.4 Implementación piloto**

Se llevó a cabo la implementación piloto centrada en el desarrollo de habilidades experimentales en donde participaron tanto profesores/as especializados/as en la asignatura como un grupo reducido de estudiantes de Pedagogía en Química de la UMCE que habían concluido su segundo año académico, lo que incluye su presencia en las asignaturas de Química Inorgánica I y II.

La actividad consistió en un laboratorio de preparación de soluciones con formación de precipitados (Anexo II), abarcando diversos aspectos prácticos de la Química Inorgánica, como la manipulación de reactivos, cálculos de concentraciones y técnicas de medición precisas. Esta elección se fundamenta en que en Química inorgánica I se abordan tres grandes temas fundamentales: Ácido-Base, Reacciones que involucran la formación de compuestos poco solubles y electroquímica. Estos conceptos sientan las bases para Química Inorgánica II, donde se profundiza en su aplicación.

La decisión de enfocar la actividad en la formación de precipitados se sustenta en la estructura de la guía de “Experiencias prácticas de laboratorio” de dichas actividades curriculares. En la guía de Química inorgánica I, se observa una distribución de experiencias que incluyen 2 laboratorios de ácido-base, 2 de reacciones con formación de precipitados y 3 de electroquímica. Por otro lado, en la guía de Química Inorgánica II, se planifican un total de 7 laboratorios centrados en la química de los elementos de transición, todos ellos requiriendo la preparación de soluciones con formación de precipitados.

Las/los estudiantes, quienes ya habían cursado Química Inorgánica I y II, se enfrentaron a la actividad experimental que requería la aplicación directa de conceptos teóricos aprendidos en el aula y de habilidades experimentales básicas que deberían haber adquirido en las asignaturas mencionadas anteriormente. Las Figuras 5, 6 y 7 muestran algunas instancias de trabajo en esta etapa.



Figura 5. Estudiantes y profesora trabajando en la actividad experimental.



Figura 6. Estudiante preparando la solución de Yoduro de Potasio.

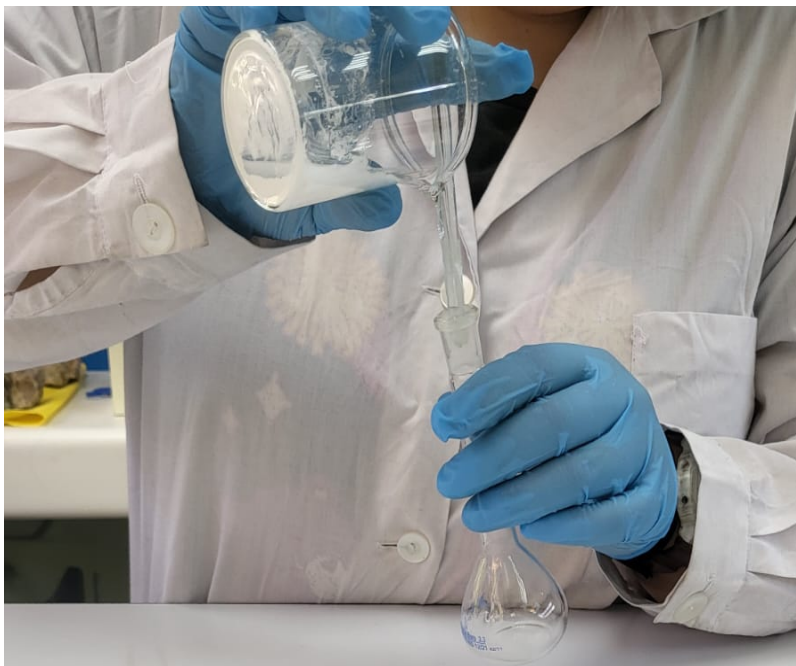


Figura 7. Estudiante preparando la solución de nitrato de plomo (II).

Durante la actividad piloto, se llevó a cabo un proceso de recopilación de retroalimentación que involucró tanto a los/las profesores/as como a los/las estudiantes participantes (Tabla 5). Los/las profesores/as proporcionaron observaciones y comentarios que permitieron la mejora, tanto de la guía para el/la profesor/a como para el/la estudiante. Estas contribuciones se enfocaron en aspectos pedagógicos, ajustes metodológicos y sugerencias para fortalecer la actividad experimental de laboratorio de preparación de soluciones.

Tabla 5. Comentarios/observaciones/recomendaciones realizadas por los/las sujetos participantes en la aplicación piloto de los recursos educativos e instrumento de evaluación.

Medio	Sujeto participante	Comentario/observación/recomendación
Guía para profesor/a	P 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicar que la experiencia debe realizarse bajo campana debido a la presencia de plomo ya que este metal es altamente tóxico y sus polvos pueden dispersarse en el aire y ser inhalados durante el proceso.</li> <li>- Probar con concentraciones menos intensas debido a la naturaleza de las sustancias.</li> <li>- Sugiero que se agregue la técnica de calentamiento utilizando un tubo de ensayo y un mechero, seguido por el enfriamiento con agua destilada para lograr la 'lluvia de oro'</li> </ul>
	P 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Las instrucciones proporcionadas tanto en la guía del estudiante como del profesor son claras para mí.</b> Comunican los procedimientos y objetivos del laboratorio de manera concisa.</li> <li>- Concuerdo con probar concentraciones más bajas por la toxicidad del plomo.</li> <li>- Creo que llamaría la atención de los estudiantes <b>incorporar la técnica de calentamiento</b> para lograr la lluvia de oro y así podrían observar la solubilidad de los compuestos en función de la temperatura.</li> </ul>
Guía para el/la estudiante	P 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar cuidadosamente los cálculos de concentración en la guía, ya que se encontraron <b>errores matemáticos</b> asociados con la preparación de soluciones y hay una discrepancia con los cálculos que se escriben en la guía del profesor.</li> </ul>
	P 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar con concentraciones más bajas ya que el plomo es un metal muy toxico y así utilizar los recursos de manera más eficiente y sin riesgos al manipular este tipo de sustancias.</li> </ul>
	E 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al preparar la solución con la concentración que indica la guía hay una <b>sobre saturación de la solución por una alta concentración a la que se prepara.</b></li> <li>- Creo que sería útil cambiar el orden de las preguntas de aplicación. Aunque son pertinentes, pienso que si las invertimos, la comprensión mejoraría.</li> </ul>
	E 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Me parece <b>relevante y útil</b> poner una contextualización porque ayuda a relacionar la experiencia con una situación más concreta</li> <li>- Al preparar la solución de plomo observé que con la concentración que se indica hay una <b>sobresaturación de la solución.</b></li> </ul>
Pauta de cotejo de la actividad experimental	P 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar <b>instrucciones para la asignación de puntos.</b></li> <li>- Indicaría expresamente en la guía de laboratorio que deben construir un <b>resumen o diagrama.</b></li> <li>- Diría "Realiza cálculos de forma correcta"</li> <li>- Utiliza un tiempo adecuado para la experiencia.</li> <li>- No se dice nada de las <b>ecuaciones químicas involucradas.</b></li> </ul>

P= profesor/a, ayudante; E= estudiante

Asimismo, se obtuvo la retroalimentación de los/las estudiantes que participaron en el pilotaje, ofrecieron una perspectiva sobre su propia experiencia en la actividad experimental, la cual se orientó en afinar aspectos específicos y así perfeccionar la guía del estudiante, para así asegurar que sea una herramienta efectiva en la comprensión de esta.

Las retroalimentaciones se consolidaron en un informe que resalta tanto los puntos fuertes identificados como las áreas de mejora propuestas. Como ya se mencionó, esta retroalimentación fue fundamental para ajustar y perfeccionar no solo las guías, sino que también establece un ciclo de mejora basado en la experiencia, asegurando una enseñanza adaptada a las necesidades específicas de los/as estudiantes y profesores/as involucrados en el proceso educativo de Química Inorgánica.

#### 4.4.1 Informe implementación piloto

El informe del pilotaje de la actividad experimental de preparación de soluciones (Ver Anexo V) ofrece una visión exhaustiva de las retroalimentaciones recopiladas tanto de los profesores como de las/los estudiantes, proporcionando una herramienta para el análisis y la mejora de la experiencia.

##### Aspectos positivos

La fortaleza identificada en la retroalimentación de los estudiantes sobre la **relevancia y utilidad** (E2, Tabla 5) de la contextualización del laboratorio en situaciones de la vida real resalta la eficacia de integrar la teoría química con aplicaciones prácticas concretas. Esto no solo permite una comprensión más profunda de los conceptos químicos, sino que también les proporciona una forma de aplicar sus conocimientos al mundo real contribuyendo a la motivación y el compromiso de los/las estudiantes en el proceso de aprendizaje.

La apreciación positiva o valoración de los/las estudiantes respecto a las preguntas de aplicación, se observó en la declaración de **pertinencia** de la actividad, por ejemplo, en el caso del E1 en la tabla 5 cuando hace referencia a la Guía del Estudiante. Los/las sujetos participantes en la aplicación piloto no sugirieron ni solicitaron realizar cambios a las preguntas utilizadas en la Guía, esto pudiera indicar que el diseño de las preguntas responde a fin con que fueron redactadas, puesto que se les preguntó si estimulaban el pensamiento crítico y la aplicación de los conocimientos adquiridos y estos/estas declararon afirmativamente.

En la retroalimentación de los profesores destaca que las instrucciones proporcionadas en las guías del estudiante y del profesor son claras, por ejemplo, **“Las instrucciones proporcionadas tanto en la guía del estudiante como del profesor son claras para mí”**. Este aspecto es crucial para asegurar que tanto estudiantes como profesores comprendan los procedimientos y objetivos del laboratorio, facilitando así su ejecución y evaluación de las actividades-

## Áreas de mejora

La observación sobre la **concentración alta y la sobresaturación** de la solución es una preocupación práctica identificada por los estudiantes y por los profesores, esto se puede evidenciar en el caso de todos los participantes en la Tabla 5, en donde sugieren la necesidad de ajustar la concentración de las soluciones para mejorar la viabilidad y representatividad de los resultados experimentales. Simultáneamente, se ha señalado la importancia de abordar **errores matemáticos** en los cálculos de concentración presentes en la guía del estudiante (P1, Tabla 5), destacando la relevancia de corregir estas discrepancias para asegurar la precisión y coherencia de las instrucciones proporcionadas a los estudiantes y al/ a la profesora/a. Esto se originó en la fase del proceso de redacción de ambas guías como resultado de un error de tipeo en la escritura de la concentración en la Guía del/de la estudiante. Este error resultó en la preparación de soluciones a una concentración más alta de lo pretendido, generando la sobresaturación observada durante la implementación del laboratorio de preparación de soluciones. La discrepancia entre la información proporcionada en la guía del profesor, donde se indicaron correctamente las masas de los reactivos, y la guía del estudiante, donde se expresó incorrectamente la concentración, fue inadvertida durante el proceso de revisión. Para abordar esta situación, se realizó una corrección en la guía del estudiante, rectificando las concentraciones erróneas, asegurándose de que las instrucciones reflejen con precisión los cálculos deseados.

La propuesta de **incorporar la técnica de calentamiento**, seguida por el enfriamiento para lograr la "lluvia de oro", se observó en la retroalimentación del P1 y P2 de la tabla 5. fue considerada y posteriormente implementada en el laboratorio de preparación de soluciones puesto que enriquece la experiencia práctica al introducir un elemento visualmente atractivo mejorando la atención y el interés de las/los estudiantes, y además les permite una observación directa sobre los efectos de la temperatura en la solubilidad, lo que permite comprender mejor los conceptos, como lo es la relación entre temperatura y la solubilidad de una sustancia.

La retroalimentación destaca la necesidad de **instrucciones más claras en la asignación de puntos en la pauta de cotejo e indicar expresamente la construcción de un diagrama** en el caso del P1 en la tabla 5 cuando hace referencia a la Pauta de Cotejo. Se reconoció que una guía más clara no solo beneficiaría la comprensión del/la profesor/a sobre cómo utilizar la pauta para evaluar de manera efectiva el desempeño de las/los estudiantes, sino que también les facilita a estos últimos a entender cómo serán evaluados y los aspectos específicos que están

considerados en esta. Esta consideración busca mejorar tanto el proceso de evaluación del/ la estudiante como del/la profesor/a, lo que contribuye a una evaluación más efectiva en el desempeño de la actividad experimental propuesta.

Se propone incluir un criterio de evaluación que haga referencia a las **ecuaciones químicas involucradas** en la actividad (P1, Tabla 5) por lo que se consideró la importancia de evaluar la comprensión conceptual de las/los estudiantes y su capacidad para relacionar las ecuaciones químicas con los resultados experimentales. Esto enriquece la evaluación al profundizar en la comprensión teórica de los/las estudiantes y refleja la habilidad de para aplicar los conocimientos de manera práctica.

## V. CONCLUSIONES

El análisis documental realizado permitió identificar la integración de habilidades experimentales, dentro del marco de las competencias científicas en las actividades curriculares de la asignatura Química Inorgánica I y II. Este proceso permitió identificar las competencias científicas que abordan actividades experimentales, observándose una integración efectiva de estas a lo largo de las actividades curriculares mencionadas.

Se elaboraron recursos educativos centrados en prácticas experimentales que promueven el desarrollo de habilidades experimentales y por ende, competencias científicas en las/los estudiantes. Asimismo, se elaboró un instrumento de evaluación que permite una evaluación del grado de desarrollo de estas habilidades experimentales, desde el conocimiento experto del/ de la Profesor de Laboratorio. Este instrumento proporciona una retroalimentación a las/los estudiantes, como también permite a los/las profesores/as identificar áreas de mejoras y ajustar las estrategias de enseñanza para maximizar el aprendizaje y desarrollo de estas y abordar conocimientos previos que requieran apoyo.

La implementación piloto permitió retroalimentar los recursos educativos y el instrumento de evaluación elaborado.

## VI. REFERENCIAS

- Agencia de la Calidad de la Educación. (2022). Manual de Uso del Diagnóstico Integral de Aprendizajes. Recuperado de [https://diagnosticointegral.agenciaeducacion.cl/documentos/Manual\\_uso.pdf](https://diagnosticointegral.agenciaeducacion.cl/documentos/Manual_uso.pdf)
- Ayala Cabrera, J. F., Pérez Ràfols, C., Núñez, O., & Serrano, N. (2020). Implementación del aprendizaje basado en proyectos en laboratorios de química analítica del grado de química. *Avances En Ciencias E Ingeniería*, 11(2), 31-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7545060>
- Burgos, A. del C., Moreira, M. A., & Díaz, L. F. (Eds.). (2021). Importancia de la contextualización de los contenidos en la enseñanza de las ciencias naturales, a través del modelo Combinatorio de Rúbricas, Mapas Conceptuales y Prácticas de laboratorio (Mo.C.Ru.Ma.C.Pla.): Conociendo los paisajes de la provincia de Santa Cruz, Argentina, siguiendo la ruta de Charles Darwin. En II Congreso Iberoamericano de Docentes. <https://formacionib.org/programa/112.pdf>
- Campbell, C. D., Midson, M. O., Mann, B. P. E., Cahill, S. T., Green, N. J. B., Harris, M. T., Hibble, S. J., O'Sullivan, S. K. E., To, T., Rowlands, L. J., Smallwood, Z. M., Vallance, C., Worrall, A. F. & Stewart, M. I. (2022, 1 septiembre). Developing a skills-based practical chemistry programme: an integrated, spiral curriculum approach. De Gruyter. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cti-2022-0003/html>
- Cañas Cano, M. F. (2019). ABP: Repensando los laboratorios de química. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 17(2), 25-39. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11667>
- Carrillo, L. Q., Fombuena, V., Boronat, T., Balart, R., & Montañés, N. (2018, June 29). *Aprendizaje cooperativo en las prácticas de laboratorio de la asignatura "Ciencia de Materiales."* <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2018/paper/view/8584>
- Chávez-Angulo, B. J., & Romero-Martin, G. C. (2021). Competencias científicas, una necesidad para el desarrollo social. *Polo del Conocimiento*, 6(12). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3354/html>

- Díaz Linares, G. L. (2022). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza - aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 27-41. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4378](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378)
- Espín Álvarez, G. A., & Juanes Giraud, B. Y. (2021). Competencias pedagógicas en los docentes de Administración de Empresas de la Universidad Metropolitana de Ecuador. *Mendive. Revista de Educación*, 19(1). <https://www.cunimad.edu.es/noticias/importancia-aprendizaje-por-competencias/>
- Espinosa-Ríos, E. A. (2016). *Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*. <https://www.redalyc.org/journal/2654/265447025017/html/>
- Fajardo-Casas, D., & Bellot Naranjo, D. (2022). Actividades experimentales de química para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje en octavo grado. *EduSol*, 22(79), 167-181. <https://edusol.cug.co.cu:443/index.php/EduSol/article/view/57>
- Fiad, S. B., & Galarza, O. D. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 3-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Gericke, N., Högström, P. & Wallin, J. (2022). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 1-41. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- González Rodríguez, L., & Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 34(3), 143-160. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/314149>.
- Guevara Mora, G. (2011). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 11(20), 142-167. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66619992009.pdf>
- Hernández-Junco, L. (2022). *El método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico*. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443570155002/html/#B1>

- Hernández Millán, Gisela. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué?. Educación química, 23(Supl. 1), 92-94. Recuperado en 26 de septiembre de 2023, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000500001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000500001&lng=es&tlng=es).
- UMCE [Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación]. (2023). Informe de autoevaluación: Licenciatura en Educación en Química y Pedagogía en Química con mención en Ciencias Naturales, o mención en Educación en Astronomía, o mención Educación en Tecnología, o mención Informática Educativa, o mención Estadística Educativa.
- Mancebo-Rivero, O. D., Moreno-Toiran, G., & de Miguel-Guzmán, V. (2018). Metodología para la formación experimental del profesional de la carrera Licenciatura en Educación Química. *Revista Cubana de Química*, 30(1), 13-26. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443557751002/html/>
- Martin, J. C., Mena, J. L. & Valcárcel, N. (2018). Formación de habilidades experimentales de la Física en estudiantes de Agronomía. Mendive. *Revista de Educación*, 16(2), 204-221. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1326/html#:~:text=>
- MINEDUC [Ministerio de Educación de Chile]. (2012, mayo). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media*. [https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2018/09/Est%C3%A1ndares\\_Media.pdf](https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2018/09/Est%C3%A1ndares_Media.pdf)
- MINEDUC [Ministerio de Educación de Chile]. (2022, febrero). Estándares pedagógicos y disciplinarios para carreras de pedagogía en química educación media. <https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wp-content/uploads/2022/02/EPD-Quimica.pdf>
- Moreno, D. V., & Rueda, D. L. (2017). *Metodologías de aprendizaje activas aplicadas a prácticas en laboratorios químicos*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7825303>
- OCDE. (2022). PISA 2022 results (Volume I): Excellence in education. OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i\\_bc9c7189-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_bc9c7189-en)
- Quezada Lozano, G. D. R. (2019). ¿Qué importancia tienen los laboratorios en la educación? *Dialoguemos*. <https://dialoguemos.ec/2019/04/que-importancia-tienen-los->

[laboratorios-en-la-educacion/#:~:text=Laboratorios%20debidamente%20equipados.-,El%20uso%20de%20laboratorios%20es%20importante%2C%20pues%20p](#)

- Rayment, S. J., Evans, J., Moss, K., Coffey, M., Kirk, S. H., & Sivasubramaniam, S. (2022). Using lessons from a comparative study of chemistry & bioscience pre-lab activities to design effective pre-lab interventions : a case study. *Journal of Biological Education*, 57(5), 1092–1111. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2011771>
- Riscanevo Getial, J. A. (2021). Las prácticas experimentales como estrategia didáctica para contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química en estudiantes de grado noveno de la institución educativa municipal libertad [Tesis de grado, Universidad de Nariño]. <https://sired.udenar.edu.co/8656/1/210819.pdf>
- Rivadeneira, E. M. (2017). Competencias didácticas-pedagógicas del docente, en la transformación del estudiante universitario. *Orbis. Revista Científica Ciencias Humanas*, 13(37), 41-55. <https://www.redalyc.org/pdf/709/70952383003.pdf>
- Rojas, V. G. (2018, 15 noviembre). *La competencia científica como capacidad del docente universitario*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/11/competencia-cientifica-docente.html>
- Real Sociedad de Química [Royal Society of Chemistry]. (2021). *Chapter 1 The Role of the Laboratory in Chemistry Teaching and Learning (RSC Publishing)* DOI:10.1039/9781839164712-00001. <https://pubs.rsc.org/en/content/chapterhtml/2021/bk9781839162084-00001?isbn=978-1-83916-208-4>
- Sanchez, J.M. (2022) Are basic laboratory skills adequately acquired by undergraduate science students? How control quality methodologies applied to laboratory lessons may help us to find the answer. *Anal Bioanal Chem* 414, 3551–3559. <https://doi.org/10.1007/s00216-022-03992-x>
- Shana, Z., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal Of Technology And Science Education*, 10(2), 199-215. <https://www.jotse.org/index.php/jotse/article/view/888/467>
- Terrazo Luna, E. G., & Riveros Anccasi, D. (2020). Programa experimental para fortalecer las habilidades científicas en estudiantes de tres años de una institución educativa de

Huancavelica. Innova Shimnambo, 2(1), 18-24.  
<http://51.222.120.103/index.php/EDUCACION/article/view/32/25>

Verastegui Betalleluz, A. V. (2021). *Uso didáctico del laboratorio virtual y su influencia en el aprendizaje por competencias de soluciones químicas en estudiantes de la Universidad Continental 2020* [Tesis de maestría]. Universidad Continental.

Vélez-Vinueza, M. J., & Erazo-Álvarez, J. C. (2022). Laboratorios virtuales una estrategia didáctica para la enseñanza en la carrera de Medicina. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 2654-2673. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>

## VII. ANEXOS

### ANEXO I. PRE-LABORATORIO

#### Pre-laboratorio

**Objetivo:** Preparar a los estudiantes para el laboratorio práctico posterior, donde aplicarán estas habilidades en un entorno físico.

#### 1. Focalización

La propuesta de explotación minera en Otero de Herreros, Segovia, ha generado un fuerte rechazo de Ecologistas en Acción de Segovia. La Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León S.A. (SIEMCALSA) busca extraer wolframio, estaño, zinc, cobre y plata, enfrentándose a críticas por sus riesgos para la salud y el medio ambiente. La acumulación a la intemperie del 96% de los materiales procesados genera riesgos de contaminación y lixiviados, afectando arroyos y acuíferos esenciales. A continuación, escanee el siguiente código QR que lo llevará a la noticia “Un yacimiento a 70 kilómetros de Madrid cedido a Canadá hace saltar las alarmas por contaminación”

PLANETA

### Un yacimiento a 70 kilómetros de Madrid cedido a Canadá hace saltar las alarmas por contaminación

La mina que se pretende explotar contendría wolframio, estaño, zinc, cobre y plata.

Por Redacción HuffPost

Publicado el 07/12/2023 a las 07:00



## 2. Metodología

Materiales	Reactivos
Matraz Erlenmeyer 250 mL	Solución de $\text{AgNO}_3$ 0,2 M
Pipeta volumétrica.	Solución de $\text{NaCl}$ 0,1 M

Procedimiento experimental:

1. Ingresar al sitio web del laboratorio virtual en donde se llevará a cabo la actividad. ([Laboratorio virtual](#))
2. Seleccionar del almacén las soluciones de  $\text{AgNO}_3$  0,2 M y  $\text{NaCl}$  0,1 M.
3. Con una pipeta transferir 10 mL de cada solución ( $\text{AgNO}_3$  y  $\text{NaCl}$ ) al matraz de Erlenmeyer.
4. Pulsar el matraz de la solución del paso anterior con el clic derecho, seleccionar el apartado de Renombrar y ponerle “Solución experimental”.
5. Pulsar el matraz etiquetado como “Solución experimental” con el clic izquierdo para ver la pestaña de información de este.
6. Observar y analizar la información que aparece en la pantalla.

### 3. Responde:

1. Al observar la información detallada en la pestaña del matraz "Solución Experimental", ¿Cómo podrías utilizar esa información para determinar qué reacción química o reacciones químicas específicas podrían haber ocurrido entre las soluciones de  $\text{AgNO}_3$  y  $\text{NaCl}$ ? Describe cómo los datos en la pestaña podrían proporcionar pistas sobre los productos formados y las especies iónicas presentes después de la mezcla.
2. ¿Cuáles son las ecuaciones químicas involucradas en el proceso?
3. Considerando las ecuaciones químicas de las reacciones entre  $\text{AgNO}_3$  y  $\text{NaCl}$ , ¿puedes explicar por qué se forma un precipitado de cloruro de plata ( $\text{AgCl}$ ) durante la mezcla de estas soluciones? Indica las especies iónicas involucradas en la formación del precipitado

### 4. Aplicación

1. ¿De qué manera las técnicas de formación de precipitados podrían contribuir a la mitigación de la contaminación de arroyos y acuíferos en la zona afectada por la explotación minera en Segovia, basándote en lo aprendido en el laboratorio virtual?

## ANEXO II. GUÍA DEL ESTUDIANTE

### Preparación de soluciones

**Objetivo:** Evaluar habilidades prácticas en la manipulación de reactivos, la medición de volúmenes y la observación de cambios químicos.

#### 1. Focalización

En el ámbito científico y analítico, la correcta preparación de soluciones es un componente esencial para la obtención de resultados precisos y confiables. Este laboratorio se enfoca en el proceso detallado de la preparación de soluciones, abordando aspectos cruciales como evaluar las habilidades prácticas de los participantes en la manipulación precisa de reactivos, la medición exacta de volúmenes y la observación detallada de cambios químicos.

En Arica, Chile, la comunidad de Los Industriales sufre los efectos de la contaminación por residuos tóxicos depositados en la década de 1980. Los desechos, cargados de sustancias peligrosas, fueron olvidados en la colina conocida como Sitio F, donde se construyeron viviendas para familias vulnerables. La contaminación ha provocado problemas de salud, como cánceres y alergias, entre los residentes. A pesar de la legislación para trasladar a algunas familias, muchas aún viven en zonas contaminadas, enfrentando riesgos persistentes.

A continuación, escanee el siguiente código QR que lo llevará a la noticia “Los niños invisibles del plomo en el norte remoto de Chile”



## 2. Metodología

Materiales	Reactivos
2 Matraz de aforo de 50 mL	Nitrato de plomo (II) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
Probeta	Yoduro de potasio (KI)
Matraz de Erlenmeyer de 50 mL	Agua destilada
Varilla de agitación	
2 vasos precipitados 50 mL	
Espátula	
Mechero de bunsen	
Tubo de ensayo	
Pinzas	
Etiquetas	
Rotulador	
Balanza granataria	

### Procedimiento experimental:

1. Realizar un esquema/diagrama/resumen del procedimiento a seguir en la experiencia.
2. Realizar los cálculos necesarios para la preparación de las soluciones. Solicitar al Profesor/a o al Ayudante, revisar que dichos cálculos sean correctos.
3. Preparar 20 mL de una solución de nitrato de plomo (II)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,018 M en un matraz de aforo de 20 mL
4. Preparar 20 mL de una solución de yoduro de potasio (KI) 0,036 M en un matraz de aforo de 20 mL.

5. Transferir 10 mL de cada solución ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  y  $\text{KI}$ ) a un matraz de Erlenmeyer y mezclar.
6. Observar y registrar cualquier cambio en la mezcla que indique la formación de precipitado.
7. Luego, verter a un tubo de ensayo y calentar la solución en el mechero Bunsen. Cuando la solución esté transparente o se haya disuelto una parte importante del precipitado, enfriar el tubo bajo corriente agua.
8. Observar y registrar cualquier cambio en la mezcla que indique la formación de precipitado.

### 3. Responde:

1. ¿Cuáles son las ecuaciones químicas involucradas en el proceso y cómo se explica la formación del precipitado de yoduro de plomo (II)?
2. ¿Qué propiedades químicas del nitrato de plomo (II) y del yoduro de potasio contribuyen a la formación de precipitados, y cómo estas propiedades están relacionadas con su estructura molecular?

## 4. Aplicación

1. ¿Cuáles podrían ser las posibles aplicaciones de estos conocimientos químicos, para abordar problemas de salud pública relacionados con la contaminación por metales pesados?
2. Considerando la situación en Arica (noticia de focalización), ¿cómo se podría adaptar este experimento, para monitorear y evaluar la presencia de metales pesados en muestras del entorno?

### Tabla Periódica Interactiva de los Elementos

Dmitri Mendeleev publicó la primera tabla periódica de los elementos a mediados del siglo XIX. Ordenó los elementos según su número atómico, que es equivalente al número de protones incluidos en el núcleo de cada átomo de estos elementos.



Más...

Filtros																		Todos		Metales		No metales		Estados		Grupos		Periodos	
H 1 Hidrógeno 1.008																		He 2 Helio 4.003											
Li 3 Litio 6.941	Be 4 Berilio 9.012											B 5 Boro 10.81	C 6 Carbono 12.01	N 7 Nitrógeno 14.01	O 8 Oxígeno 16.00	F 9 Fluorita 19.00	Ne 10 Neón 20.18												
Na 11 Sodio 22.99	Mg 12 Magnesio 24.31											Al 13 Aluminio 26.98	Si 14 Silicio 28.09	P 15 Fósforo 30.97	S 16 Azufre 32.07	Cl 17 Cloro 35.45	Ar 18 Argón 39.95												
K 19 Potasio 39.10	Ca 20 Calcio 40.08	Sc 21 Escandio 44.96	Ti 22 Titanio 47.87	V 23 Vanadio 50.94	Cr 24 Cromo 52.00	Mn 25 Manganeso 54.94	Fe 26 Hierro 55.85	Co 27 Cobalto 58.93	Ni 28 Níquel 58.69	Cu 29 Cobre 63.55	Zn 30 Zinc 65.38	Ga 31 Galio 68.72	Ge 32 Germanio 72.63	As 33 Arsénico 74.92	Se 34 Selenio 78.97	Br 35 Bromo 79.90	Kr 36 Kriptón 83.80												
Rb 37 Rubidio 85.47	Sr 38 Estroncio 87.62	Y 39 Itrio 88.91	Zr 40 Zirconio 91.22	Nb 41 Niobio 92.91	Mo 42 Molibdeno 95.95	Tc 43 Tecnecio 98.00	Ru 44 Rutenio 101.1	Rh 45 Rodio 102.9	Pd 46 Paladio 106.4	Ag 47 Plata 107.9	Cd 48 Cadmio 112.4	In 49 Indio 114.8	Sn 50 Estaño 118.7	Sb 51 Antimonio 121.8	Te 52 Telurio 127.6	I 53 Yodo 126.9	Xe 54 Xenón 131.3												
Cs 55 Cesio 132.9	Ba 56 Bario 137.3	Lantánidos		Hf 72 Hafnio 178.5	Ta 73 Tantalio 180.9	W 74 Tungsteno 183.8	Re 75 Renio 186.2	Os 76 Osmio 190.2	Ir 77 Iridio 192.2	Pt 78 Platino 195.1	Au 79 Oro 197.00	Hg 80 Mercurio 200.6	Tl 81 Talio 204.4	Pb 82 Plomo 207.2	Bi 83 Bismuto 209.00	Po 84 Polonio (209)	At 85 Astato (210)	Rn 86 Radón (222)											

## ANEXO III. GUÍA DEL PROFESOR

### Para el profesor: “Preparación de soluciones”

#### 1. Objetivos de laboratorio.

- Evaluar las habilidades experimentales de los estudiantes en la preparación precisa y segura de soluciones químicas inorgánicas, profundizando su comprensión de los principios y técnicas asociadas con la química de los compuestos inorgánicos.
- Entender el proceso de preparación de soluciones químicas y su aplicación en la detección de sustancias tóxicas, como en el caso del plomo.
- Relacionar la práctica con la problemática de contaminación por metales pesados, especialmente plomo, en el contexto de Arica.
- Observar y analizar los posibles cambios de color que indiquen la formación de precipitado de yoduro de plomo (II) y su relevancia en términos de toxicidad.

Este laboratorio tiene como meta fomentar la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos, así como evaluar competencias en la manipulación segura de reactivos y el cumplimiento riguroso de procedimientos experimentales.

#### 2. Preparación del laboratorio

**2.1 Entrega de material escrito:** Proporcione la guía de laboratorio a las/los estudiantes con anticipación a la realización de este, con el fin de que puedan prepararse adecuadamente para la actividad experimental.

**2.2 Lista de materiales:** Asegúrese de que todos los materiales necesarios (Tabla 1) estén disponibles y en buenas condiciones. Esto incluye sustancias químicas, instrumentos de laboratorio y material de seguridad. Establezca una estación central con todos los materiales necesarios para la preparación de soluciones. Al inicio de la sesión, oriente a las/los estudiantes para que revisen el listado de materiales de su guía de laboratorio y seleccionen lo que necesitarán para llevar a cabo la preparación de soluciones.

Tabla 1: Materiales y reactivos necesarios para la actividad experimental.

Materiales	Reactivos
2 Matraz de aforo de 50 mL	Nitrato de plomo (II) ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )
Probeta	Yoduro de potasio (KI)
Matraz de Erlenmeyer de 50 mL	Agua destilada
2 Vasos de precipitado 50 mL	
Varilla de agitación	
Espátula	
Rotulador	
Etiquetas	
Balanza granataria	
Guantes	
Gafas de seguridad	
Mascarilla	

**2.3 Calibración del equipo:** Antes de la actividad experimental de laboratorio, verifique que el equipo que se utilizará como la balanza estén correctamente calibrados y alineados. Si es necesario, realice ajustes según las instrucciones del fabricante.

**2.4 Código QR noticia:** A continuación, encontrará el código QR de la noticia: “Los niños invisibles del plomo en el norte remoto de Chile”



### 3. Consejos de seguridad

**3.1 Uso adecuado de equipo de protección personal:** Verifique el uso adecuado del equipo de protección personal, como guantes, delantal y gafas de seguridad, durante todo el experimento. En caso de observar alguna falta de conformidad con el uso de estos, insista en su uso abordando de manera proactiva, proporcionando recordatorios periódicos sobre su importancia y explicando los riesgos asociados.

**3.2 Manejo de sustancias químicas:** Compruebe que las/los estudiantes tomen las precauciones necesarias al manejar sustancias químicas, de lo contrario, ofrezca retroalimentación constructiva de inmediato y proporcione información sobre los riesgos asociados con cada sustancia utilizada.

**3.3 Manejo de desechos químicos:** Asegúrese de que las/los estudiantes tengan a disposición un contenedor designado para los desechos de sustancias químicas y brinde retroalimentación inmediata en caso de detectar prácticas incorrectas o potencialmente peligrosas. Por ejemplo, uno de los mayores riesgos en este tipo de actividades experimentales es el manejo de sales de plomo (II). Estas sustancias requieren una adecuada ventilación y, preferiblemente, un sistema de extracción apropiado al manipular sólidos de este tipo. Es fundamental enfatizar la importancia de seguir estas precauciones para minimizar cualquier riesgo para la salud y el medio ambiente.

### 4. Desarrollo de la sesión

#### 4.1 Glosario:

Tabla 2: Glosario de términos necesarios para llevar a cabo la actividad experimental

Concepto	Definición
Solución	Una mezcla homogénea de dos o más sustancias, donde una de ellas (soluto) se disuelve en otra (solvente).
Nitrato de Plomo (II)	Compuesto químico inorgánico que se presenta como un sólido blanco y compuesto de iones plomo (II) y nitrato. Utilizado en el laboratorio para preparar la solución y detectar la presencia de iones yoduro.
Yoduro de Potasio	Compuesto químico inorgánico que se presenta como un sólido blanco y está constituido por iones yoduro y de potasio . Se utiliza en el laboratorio para preparar la solución y reaccionar con el nitrato de plomo (II) formando el precipitado de yoduro de plomo(II).

Yoduro de Plomo (II)	Este compuesto es una sal formada por iones de plomo ( $\text{Pb}^{2+}$ ) e iones de yoduro ( $\text{I}^-$ ). Es un sólido de color amarillo brillante a temperatura ambiente.
Precipitado	Sólido insoluble que se forma en una solución química debido a una reacción entre dos solutos, indicando el cambio de estado de los componentes.
Solubilidad	Medida de la capacidad de un soluto para disolverse en un solvente en condiciones específicas. Un soluto es soluble si se disuelve en cantidades apreciables.
Matraz de aforo	Recipiente de laboratorio diseñado para contener un volumen exacto de líquido hasta una marca grabada en el cuello del matraz.
Matraz de Erlenmeyer	Matraz cónico utilizado para contener líquidos y facilitar la mezcla y observación de reacciones químicas.
Probeta	Material de laboratorio, generalmente de vidrio y utilizado para medir volúmenes de líquidos con mayor flexibilidad y menos precisión que un matraz aforado.

---

#### 4.2 Introducción:

- Inicie la clase con una breve explicación sobre la importancia de las prácticas de laboratorio en la comprensión de los procesos químicos y su aplicación en la vida cotidiana.
- Mencione la relevancia de abordar problemas ambientales y de salud relacionados con la contaminación. Y presentar el caso específico de Arica y la contaminación por residuos mineros de la empresa Boliden (Noticia).
- Relacione la práctica de laboratorio con la realidad de Arica, explicando a los/las estudiantes que están llevando a cabo un experimento que simula la detección de metales pesados, similar a los presentes en la contaminación por residuos mineros. Resalte la similitud entre la formación de precipitados en el experimento y la posible formación de precipitados de yoduro de plomo (II) en el vertedero contaminado por Boliden en Arica.
- Fomente la reflexión sobre cómo las prácticas químicas pueden contribuir a comprender y abordar problemas ambientales. Destaque la importancia de la responsabilidad ética

en la práctica científica y la necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos para abordar problemas de contaminación y protección de la salud de la población.

→ Anime a las/los estudiantes a reflexionar sobre la importancia de la investigación científica en la resolución de problemas del mundo real.

**4.3 Supervisión activa:** Durante la actividad experimental, circule por el laboratorio para ofrecer orientación y responder a preguntas. Asegúrese de que las/los estudiantes estén utilizando equipo de protección personal (delantal, guantes, gafas u otro que usted estime).

Además, esto le permitirá observar el procedimiento para evaluar el desempeño de las/los estudiantes durante el desarrollo de la experiencia acorde a los criterios expuestos en la pauta de cotejo.

**4.4 Retroalimentación inmediata:** Proporcione retroalimentación inmediata sobre cualquier error evidente y oriente a las/los estudiantes para mejorar sus habilidades experimentales, el procedimiento experimental correcto es el siguiente:

1. Preparar una solución de nitrato de plomo (II) ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) 0,018 M en un matraz de aforo de 20 mL
  - Masar 0,12 g de nitrato de plomo (II) y colocar en un vaso precipitado, agregar agua destilada agitando con la varilla hasta que el nitrato de plomo (II) se disuelva. Posteriormente, trasvasar al matraz de aforo de 20 mL.
  - Agregar agua destilada al matraz hasta que el nivel del líquido alcance la marca de aforo.
  - Tapar el matraz y agitar suavemente hasta que el nitrato de plomo (II) se disuelva completamente.
2. Preparar una solución de yoduro de potasio (KI) 0,036 M en un matraz de aforo de 20 mL.
  - Masar 0,12 g de yoduro de potasio (KI) colocar en un vaso precipitado, agregar agua destilada agitando con la varilla hasta que el yoduro de plomo se disuelva. Posteriormente, trasvasar al matraz de aforo de 20 mL.

- Agregar agua destilada al matraz hasta que el nivel del líquido alcance la marca de aforo.
  - Tapar el matraz y agitar suavemente hasta que el yoduro de potasio se disuelva completamente.
3. Transferir 10 mL de las soluciones de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  y KI a un matraz de Erlenmeyer
- Preparar una pipeta volumétrica de 10 mL
  - Colocar la punta de la pipeta volumétrica de 10 mL en la solución de nitrato de plomo (II) y absorber 10 mL de la solución.
  - Colocar la punta de la pipeta en el matraz de Erlenmeyer y verter suavemente los 10 mL de la solución.
  - Repita los dos pasos anteriores con la solución de yoduro de potasio.
4. Observar cualquier cambio en la mezcla que indique la formación de precipitado de yoduro de plomo (II).
- Observar lo que sucede al mezclar las dos soluciones.
  - Si la mezcla cambia a un color amarillo o anaranjado, indica la formación de precipitado de yoduro de plomo (II).
5. Luego, verter a un tubo de ensayo y calentar la solución en un mechero Bunsen. Cuando la solución esté transparente mojar el tubo para que se enfríe.
- Verter parte de la solución realizada en el paso 3 del matraz de Erlenmeyer a un tubo de ensayo.
  - Encender el mechero Bunsen y ajustar la llama.
  - Sujetar el tubo de ensayo en la parte superior utilizando unas pinzas de laboratorio.
  - Pasar el tubo de ensayo por la parte externa de la llama para calentar de manera uniforme.

→ Al observar un cambio de color en la mezcla detenga el calentamiento. Retirar el tubo de ensayo del mechero Bunsen y con precaución mojar el extremo del tubo de ensayo con agua para enfriar la solución.

6. Observar y registrar cualquier cambio en la mezcla que indique la formación de precipitado.

→ Observar si hay algún cambio adicional en la mezcla durante el enfriamiento.

## 5. Evaluación

### 5.1 Pauta de cotejo:

Informe a las/los estudiantes que serán evaluados mediante una pauta de cotejo que abarca aspectos de evaluación de las habilidades experimentales. Asegúrese de observar atentamente durante toda la clase para llevar a cabo una evaluación integral.

Al evaluar, identifique claramente los posibles errores cometidos por los/las estudiantes en relación con el procedimiento y las técnicas que deben llevar a cabo en cada paso.

### 5.2 Discusión Grupal:

Al final de la sesión, fomenta una discusión en clase sobre los resultados a partir de las preguntas que hay en la guía de laboratorio de las/los estudiantes en la sección 3 (Fig. 1)

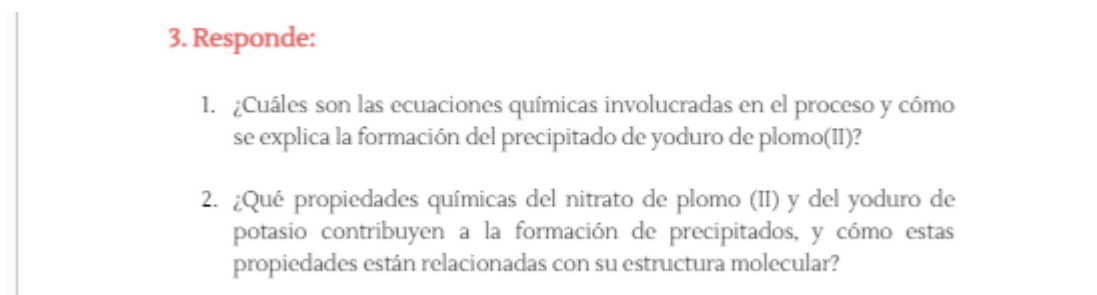


Fig. 1: Sección 3 de la guía “Preparación de soluciones” de los estudiantes.

Además, fomente la reflexión a través de las preguntas en la sección 4 de aplicación incluidas en la guía (Fig 2). Estas preguntas buscan conectar los conceptos aprendidos en el laboratorio con situaciones del mundo real y promover una comprensión más profunda de la relevancia de la actividad experimental.

### 4. Aplicación

1. ¿Cuáles podrían ser las posibles aplicaciones de estos conocimientos químicos, para abordar problemas de salud pública relacionados con la contaminación por metales pesados?
2. Considerando la situación en Arica (noticia de focalización), ¿cómo se podría adaptar este experimento, para monitorear y evaluar la presencia de metales pesados en muestras del entorno?

Fig. 2: Sección 4 de la guía “Preparación de soluciones” de los estudiantes.

## 6. Complementos

Se adjunta la tabla periódica (Fig.3) en caso de requerir algún dato específico de esta. De igual manera, en la guía destinada a los/las estudiantes, dicha información se encuentra disponible.

### Tabla Periódica Interactiva de los Elementos

Dmitri Mendeleev publicó la primera tabla periódica de los elementos a mediados del siglo XIX. Ordenó los elementos según su número atómico, que es equivalente al número de protones incluidos en el núcleo de cada átomo de estos elementos.



Más...

Filtros

H 1 Hidrógeno 1.008																	He 2 Helio 4.003
Li 3 Litio 6.941	Be 4 Berilio 9.012							B 5 Boro 10.81	C 6 Carbono 12.01	N 7 Nitrógeno 14.01	O 8 Oxígeno 16.00	F 9 Fluorina 19.00	Ne 10 Neón 20.18				
Na 11 Sodio 22.99	Mg 12 Magnesio 24.31							Al 13 Aluminio 26.98	Si 14 Silicio 28.09	P 15 Fósforo 30.97	S 16 Azufre 32.07	Cl 17 Cloro 35.45	Ar 18 Argón 39.95				
K 19 Potasio 39.10	Ca 20 Calcio 40.08	Sc 21 Escandio 44.96	Ti 22 Titanio 47.87	V 23 Vanadio 50.94	Cr 24 Cromo 52.00	Mn 25 Manganeso 54.94	Fe 26 Hierro 55.85	Co 27 Cobalto 58.93	Ni 28 Níquel 58.69	Cu 29 Cobre 63.55	Zn 30 Cinc 65.38	Ga 31 Galio 69.72	Ge 32 Germanio 72.63	As 33 Arsénico 74.92	Se 34 Selenio 78.97	Br 35 Bromo 79.90	Kr 36 Criptón 83.80
Rb 37 Rubidio 85.47	Sr 38 Estroncio 87.62	Y 39 Itio 88.91	Zr 40 Circonio 91.22	Nb 41 Níobio 92.91	Mo 42 Molibdeno 95.95	Tc 43 Tecnecio 98.00	Ru 44 Rutenio 101.1	Rh 45 Rodio 102.9	Pd 46 Paladio 106.4	Ag 47 Plata 107.9	Cd 48 Cadmio 112.4	In 49 Indio 114.8	Sn 50 Estaño 118.7	Sb 51 Antimonio 121.8	Te 52 Telurio 127.6	I 53 Yodo 126.9	Xe 54 Xenón 131.3
Cs 55 Cesio 132.9	Ba 56 Bario 137.3	La-Lantánidos	Hf 72 Hafnio 178.5	Ta 73 Tantalio 180.9	W 74 Wolframio 183.8	Re 75 Renio 186.2	Os 76 Osmio 190.2	Ir 77 Iridio 192.2	Pt 78 Platino 195.1	Au 79 Oro 197.00	Hg 80 Mercurio 200.6	Tl 81 Talio 204.4	Pb 82 Plomo 207.2	Bi 83 Bismuto 209.00	Po 84 Polonio (209)	At 85 Astatino (210)	Rn 86 Radón (222)

Fig. 3: Tabla Periódica de los elementos químicos.

## ANEXO IV. PAUTA DE COTEJO

<b>Evaluación del trabajo en el laboratorio</b>				
Estudiante:				Fecha:
Usar la siguiente escala para evaluar el desempeño de los estudiantes, marcando con una "X" el nivel correspondiente al desempeño del estudiante en cada criterio.				
<b>A:</b> 6 Lo realiza en forma óptima. <b>B:</b> 3 Lo realiza en forma parcial. <b>C:</b> 1 No lo realiza o no termina el trabajo.				
Indicadores El estudiante...	A	B	C	Observación
1. Conoce los objetivos del tema a tratar.				
2. Prepara un esquema/resumen/diagrama del procedimiento a seguir en la experiencia.				
3. Realiza los cálculos matemáticos necesarios en forma correcta para desarrollar la actividad.				
4. Selecciona los materiales en forma adecuada para la actividad propuesta.				
5. Manipula correctamente los instrumentos de medición.				
6. Utiliza el tiempo adecuado para la experiencia.				
7. Utiliza el material volumétrico adecuadamente y lo enrasa correctamente.				
8. Utiliza los productos químicos correctamente en función de su grado de pureza.				
9. No devuelve el exceso de reactivo al recipiente original.				
10. Gestión correcta de los residuos generados en la actividad.				
11. Respeto de las normas de seguridad (p.e. uso de gafas de seguridad, bata de laboratorio).				
12. Mantiene el orden y la limpieza de su lugar de trabajo durante y después de la actividad.				
13. Actúa de manera responsable (no inhalar productos químicos, no manipular con las manos sin protección, etc.).				
14. Identifica las ecuaciones pertinentes para la actividad experimental				

## ANEXO V. INFORME DE RETROALIMENTACIÓN EN IMPLEMENTACIÓN PILOTO

### Informe de comentarios o retroalimentación de la implementación piloto de “Preparación de soluciones”

#### Comentarios o retroalimentación de Estudiantes

##### Guía del estudiante:

- 1. Contextualización pertinente:** Los estudiantes han expresado la relevancia y pertinencia de la contextualización del laboratorio de preparación de soluciones a situaciones de la vida real.
- 2. Sobresaturación de la solución:** La observación sobre la concentración alta y la sobresaturación de la solución destaca una preocupación práctica identificada por los estudiantes durante la realización del laboratorio. Los participantes han señalado que hay una saturación excesiva de la solución, afectando la eficacia y la representatividad de los resultados.
- 3. Reorganización de preguntas de la sección de aplicación:** Los participantes expresan que las preguntas de aplicación son consideradas "muy buenas para esta sección", lo que implica un reconocimiento positivo de la calidad y pertinencia de estas preguntas. Sin embargo, hay una observación de invertir el orden de las preguntas de esta sección para mejorar la comprensión.

#### Retroalimentación de Profesores

##### Guías del estudiante y profesor:

- 1. Revisión de cálculos de concentración:** La retroalimentación del profesor destaca la necesidad de llevar a cabo una revisión exhaustiva de los cálculos de concentración presentes en la guía del estudiante. Esta observación específica señala la presencia de errores en los cálculos matemáticos asociados a la preparación de soluciones.

2. **Ajuste de concentración:** Se sugiere probar con concentraciones menos intensas debido a la naturaleza de las sustancias, apuntando a la optimización de los recursos y a la seguridad en el manejo de sustancias como el nitrato de plomo (II)
3. **Incorporación de técnica de calentamiento:** Se sugiere la adición de la técnica de calentamiento, utilizando un tubo de ensayo y un mechero, seguido por el enfriamiento con agua destilada para lograr la "lluvia de oro".
4. **Claridad en las instrucciones:** Expresaron que las instrucciones proporcionadas tanto en la guía del estudiante como del profesor son claras, indicando una eficaz comunicación de los procedimientos y objetivos del laboratorio.

#### **Pauta de cotejo:**

1. **Instrucciones para asignación de puntos:** Se indica la necesidad de proporcionar instrucciones más claras en el apartado de la asignación de puntos en la pauta de cotejo. Para así asegurar la comprensión de esto por parte del profesor y de las/los estudiantes.
2. **Indicación explícita de construcción de resumen o diagrama:** Se realiza la sugerencia de indicar expresamente en la guía de laboratorio que los/las estudiantes deben construir un resumen o diagrama destacando la importancia de la comunicación clara de las expectativas.
3. **Criterios para Calificación de Cálculos:** Se propone escribir un criterio que haga referencia a las ecuaciones involucradas en la actividad con la finalidad de que se evalúe la comprensión conceptual y la capacidad de los estudiantes para relacionar las ecuaciones químicas con los resultados experimentales.