
Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Propuesta de medios educativos que promueven habilidades experimentales durante actividades curriculares de Química Inorgánica

Patricia Álvarez Abud, Carlos Garrido Leiva, Michal Elías Godoy, Marijana-Tomljenovic Niksic, Elisa Zúñiga Garay
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile

Recibido: 19 de agosto 2024 - Revisado: 15 de marzo 2025 - Aceptado: 15 de mayo 2025

RESUMEN

La enseñanza aprendizaje de la química ha perdido relevancia en el currículum nacional, lo cual se ha reflejado en bajos resultados en pruebas estandarizadas de calidad de la educación, como la PISA. Por su parte, las actividades experimentales que fomentan habilidades científicas se han visibilizado como una oportunidad para la mejora en el aprendizaje de la química inorgánica durante la formación de profesores en química. En este trabajo se presenta el análisis documental de las actividades curriculares Química Inorgánica I y II de la carrera de Pedagogía en Química de una universidad estatal chilena, con el fin de centrar una propuesta de medios educativos que responda a las actividades experimentales incluidas en ellas. Además, se desarrollaron medios educativos y un instrumento de evaluación, para medir el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes, los cuales fueron retroalimentados en su implementación piloto, para ajustar estos medios educativos. La implementación piloto de la actividad práctica experimental permitió la mejora de los medios educativos propuestos (Guía del Profesor, Guía del Estudiante, Pauta de Cotejo, Pre-Laboratorio Virtual), ajustando la propuesta educativa en cuanto a su pertinencia y eficacia. Así también, el instrumento de evaluación elaborado proporcionar una base para medir y mejorar continuamente las habilidades experimentales de los estu-

Correspondencia: Elisa Zúñiga Garay (E. Zúñiga).

 <https://orcid.org/0009-0005-1185-4444> (patricia.alvarez@umce.cl).

 <https://orcid.org/0000-0002-0522-8691> (carlos.garrido@umce.cl).

 <https://orcid.org/0000-0001-6496-8991> (michal.elias@umce.cl).

 <https://orcid.org/0000-0002-7295-9937> (marijana.tomljenovic@umce.cl).

 <https://orcid.org/0000-0002-9232-6651> (elisa.zuniga@umce.cl).

diantes de en formación inicial como profesores de química, así como a otros estudiantes que requieran desarrollar habilidades experimentales propias de la química.

Palabras claves: Competencias científicas; habilidades experimentales; actividades experimentales; química inorgánica.

Educational media proposal to promote experimental skills during curricular activities of Inorganic Chemistry

ABSTRACT

Chemistry teaching and learning has lost relevance in the national curriculum, which has been reflected in low results in standardized tests of education quality, such as PISA. On the other hand, experimental activities that promote scientific skills have been seen as an opportunity to improve the learning of inorganic chemistry during the training of chemistry teachers. This paper presents the documentary analysis of the Inorganic Chemistry I and II curricular activities to focus on a proposal for educational media that responds to the experimental activities included in them. In addition, educational media and an evaluation instrument were developed to measure the development of experimental skills in students, which were fed back in their pilot implementation, to adjust these educational media. The pilot implementation of the experimental practical activity allowed the improvement of the proposed educational means (Teacher's Guide, Student's Guide, Checklist, Virtual Pre-Laboratory), adjusting the educational proposal in terms of its relevance and effectiveness. Furthermore, the evaluation instrument developed provides a basis for measuring and continuously improving the experimental skills of students in initial training as chemistry teachers, as well as other students who need to develop experimental skills specific to chemistry.

Keywords: Scientific skills; chemistry teaching; experimental skills; experimental activities; inorganic chemistry.

1. Introducción

En los últimos años ha existido una tendencia generalizada a restar relevancia a las ciencias, incluida la química. Se observa la ausencia de esta área en los programas de evaluación, tales 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](#)).

La formación de los Profesores de Química es un proceso sustancial, dado que desempeñan un papel fundamental en la educación científica. La formación docente y disciplinar es determinante para enseñar la química de manera efectiva a los estudiantes. Dentro de este contexto, el desarrollo de habilidades experimentales es importante; no solo son parte del quehacer científico, sino también fomentan otras 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.

2. Marco conceptual de la propuesta educativa

Esta propuesta educativa promueve el desarrollo de habilidades experimentales, a través de la aplicación de medios educativos e instrumentos de evaluación que responden a problemáticas medioambientales de la química inorgánica.

2.1. Habilidades Experimentales

Las habilidades que se desarrollan a partir de las actividades experimentales permiten alcanzar una comprensión profunda y sólida de los conceptos teóricos de la química, debido a que es una disciplina en la cual, la teoría y la práctica están intrínsecamente relacionadas, facilitando el desarrollo de competencias científicas. Las habilidades experimentales promueven el desarrollo de dominios cognitivos superiores (Marzano y Kendall, 2006), tales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En una actividad experimental, los estudiantes deben tomar decisiones informadas, interpretar resultados y generar soluciones a las problemáticas propuestas. Los procesos vividos en prácticas experimentales contextualizadas en problemáticas medioambientales fortalecen 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 et al., 2022), así como en el quehacer científico y el desarrollo de competencias científicas (Chávez-Angulo y Romero-Martin, 2021).

La enseñanza de la química, a través de actividades experimentales en el laboratorio, es una estrategia didáctica efectiva, para que los estudiantes comprendan los conceptos teóricos de manera práctica, dado que permite que apliquen los conocimientos abstractos, propios de la química, aplicados a situaciones reales y tangibles. Además, según Fajardo-Casas y Bellot (2022) este tipo de enseñanza promueve un aprendizaje activo y significativo, donde los estudiantes se involucran directamente en el proceso de aprendizaje, promoviendo también la exploración, el cuestionamiento y el descubrimiento de respuestas de manera autónoma.

Terrazo y Riveros (2020) observaron un aumento en el nivel de desarrollo de habilidades científicas al implementar un programa de fortalecimiento de ellas en los distintos niveles académicos, donde los estudiantes presentaron un nivel bajo en un inicio y llegaron a niveles medios y altos. De manera similar, Zambrano y Batista (2024), reafirman que la realización de actividades experimentales promueve mejoras en el aprendizaje y en el rendimiento académico. Por otra parte, Espinosa-Ríos et al. (2016), Mancebo-Rivero et al. (2018) y Riscanevo (2021) concuerdan que las actividades experimentales tienen un impacto positivo en las competencias científicas. Estos autores observaron aprendizajes en el ámbito de las reacciones químicas, con una mayor motivación e interés, mejorando su comprensión en esta área del conocimiento.

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 que se pueden realizar, como en la diversidad de conceptos que se pueden abordar.

La pandemia de COVID-19 acentuó significativamente estas limitaciones de enseñar química mediante actividades experimentales debido que se tomaron medidas de seguridad, como el distanciamiento social, para prevenir la propagación del virus, suspendiendo las clases presenciales. La educación en química, así como la educación de otras ciencias eminentemente experimentales, tuvo de adaptarse a contextos virtuales. Por otra parte, el ámbito teórico de la formación puede ser abordado de manera virtual, no así el ámbito práctico, el cual enfrenta los obstáculos antes descritos, especialmente porque requiere reactivos/equipamiento/insumos y/o instalaciones difíciles de encontrar o inexistentes en el hogar de los estudiantes (Bazie et al., 2024).

Si bien no había planificación previa, se llevaron a cabo múltiples esfuerzos en las instituciones educativas para ofrecer una continuidad en el proceso de enseñanza; de todas formas, tanto profesores como estudiantes debieron adaptarse a un nuevo escenario virtual. En ese contexto, los simuladores se visibilizaron como un medio educativo. Hoy en día las actividades experimentales y las simulaciones son medios fundamentales en la enseñanza de las ciencias, y en particular de la química, debido a que son sinérgicas y pueden lograr mejores procesos de aprendizaje (Fiad y Galarza, 2015; Vélez-Vinueza y Erazo-Álvarez, 2022).

Medios educativos virtuales, tales como las simulaciones, plataformas multimedias, juegos digitales, videos, etc., facilitan la repetición y modificación de experimentos, posibilitando el refuerzo de conocimientos y, asimismo, los estudiantes tienen la flexibilidad de acceder a ellas en cualquier momento, lo cual promueve su autonomía dentro del proceso de aprendizaje. En el caso de la enseñanza de la química, también se reconoce su importancia cuando no hay posibilidad de realizar actividades experimentales presenciales (Bazie et al., 2024). Así, las simulaciones no pueden replicar la experiencia de actividades experimentales de manera completa, ya que la experimentación con las sustancias y la observación de las reacciones en tiempo real es la que permite finalmente la adquisición de habilidades experimentales.

En consecuencia, las actividades experimentales y las simulaciones se pueden complementar entre ellas, 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, donde, los 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; Verastegui, 2021).

2.2. Aspectos curriculares en la formación de profesores de química

Los estándares curriculares son guías esenciales que enmarcan la formación educativa de los estudiantes a lo largo de la carrera y establecen las habilidades experimentales que estos deben desarrollar (MINEDUC, 2022). Están organizados en una progresión, lo que permite que exista una transición entre el desarrollo de habilidades experimentales de menor nivel a mayor nivel. Además, abordan de manera específica los procesos involucrados en las actividades experimentales, garantizando su planificación y ejecución de los 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 formación inicial docente, siendo específicos para la Pedagogía en Química (Tabla 1).

Tabla 1

Estándares de formación de profesores de química referidos a actividades experimentales (MINEDUC, 2012 y 2022).

Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media - Química (2012)	Estándares Pedagógicos y Disciplinarios para Carreras de Pedagogía en Química, Educación Media (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.	Conoce los conceptos ley, teoría, hipótesis, entre otros, y los relaciona con los métodos de generación de conocimiento científico (histórico, experimental, etc.)
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.	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.
Distingue teórica y experimentalmente entre mezclas heterogéneas, dispersiones coloidales y mezclas homogéneas, utilizando para éstas últimas diferentes unidades de concentración.	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.
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.	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.
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.

Al comparar los estándares de química del año 2022 con los estándares de química del año 2012, se percibe una disminución en la cantidad de palabras de referencia al trabajo experimental, lo cual sugiere que, a través de los años, se ha quitado importancia al rol que desempeñan estas actividades en la enseñanza de la química, siendo un motivo de preocupación respecto a la falta de atención en esta y en otras ciencias en general, en el sistema educativo actual. Pese a lo anterior, a nivel internacional son múltiples los casos en que se releva la importancia de las actividades experimentales en el aprendizaje de las ciencias y particularmente de la química inorgánica (Chu et al., 2023; Seery et al., 2024; Van Wyk et al., 2025).

Las competencias asociadas a conocimientos pedagógicos se han mantenido en la actualización de los estándares, lo que demuestra que son fundamentales en los procesos de transformación de la información en conocimiento. Así, las competencias comprometidas en los estándares se refieren al conjunto de conocimiento, habilidades, actitudes y valores que permiten desarrollar una docencia de calidad y responder de forma adecuada a los problemas que plantea la enseñanza de la química.

2.3. El enfoque indagativo en las actividades experimentales

Esta propuesta de práctica experimental presenta medios educativos con enfoque indagativo, como respuesta a la teoría constructivista centrada en los estudiantes, pues son responsables de su propio aprendizaje. A través de la indagación, es posible resolver preguntas de investigación o problemas asociados a fenómenos químicos en un mundo real (Díaz, 2023; González y Crujeiras, 2016).

La actividad experimental elaborada va de la mano de un aprendizaje cooperativo, también con una concepción de aprendizaje activo, donde el profesor tiene un rol de facilitador, acompañando y promoviendo la cooperación entre los estudiantes. Así, las actividades experimentales fomentan el aprendizaje, implicando la exploración, la reflexión y la aplicación de los conocimientos generados por las ciencias (Quiles-Carrillo et al., 2018; Vega-Moreno y Llinás, 2017).

Sánchez (2022) propone que previo a las actividades experimentales, es conveniente que los estudiantes sean sometidos a estímulos positivos, entregándoles información sobre lo que están investigando y que reciban retroalimentación, por parte de los docentes. Posteriormente la evaluación de los laboratorios o actividades experimentales se lleva a cabo a través de la realización de informes o reportes, lo cual no permite una visión real de las habilidades experimentales adquiridas por los estudiantes. Si un informe presenta un resultado correcto, se puede suponer que las técnicas utilizadas fueron correctas; sin embargo, en el caso de

que se obtenga un resultado incorrecto o no esperado, se requiere por ejemplo, un análisis de posibles problemas, desde la comprensión teórica de los fenómenos comprometidos en la actividad experimental o la correcta aplicación de las técnicas. La discusión de resultados promueve el desarrollo de las denominadas “habilidades blandas”, tales como la comunicación, la escucha efectiva, el trabajo en equipo, la toma de liderazgo, la toma de decisiones, la planificación, la gestión del tiempo, etc. Todas las anteriores habilidades propias del ciudadano del siglo XXI ([Fundación País Digital, 2023](#)).

Por su parte el concepto de educación científica comprende tres objetivos principales de aprendizaje asociados a las competencias científicas, donde los estudiantes deben aprender ciencias, aprender sobre ciencia y aprender a hacer ciencia ([Gericke et al., 2022](#)), estando este último relacionado con las habilidades experimentales, ya que los dos primeros objetivos están relacionados con el ámbito teórico, mientras que el último objetivo está relacionado con el ámbito práctico.

Las actividades experimentales tienen niveles de desarrollo de habilidades, tales como los descritos 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, lo que implica consideraciones operativas de mayor complejidad, brindando a las/los estudiantes desarrollar e indagar en áreas de interés propio.

Según la [Real Sociedad de Química \(2021\)](#) las actividades experimentales son el núcleo del proceso de aprendizaje de la ciencia, ya que promueven habilidades necesarias para la enseñanza de las ciencias:

- 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, que les permitan diseñar un experimento, registrar datos y analizar e interpretar los resultados obtenidos de la realización de un experimento.

Si bien lo antes descrito da cuenta de que las actividades experimentales mejoran la comprensión de la ciencia, por parte de los estudiantes, motivando y generando interés por aprender ciencia, también permiten el desarrollo de habilidades de orden superior. En la práctica docente existen dificultades en su implementación, ya que los profesores perciben a estas actividades como desafiantes y presentan dificultades para diseñarlas, formular hipótesis, identificar y establecer controles, manejar equipos y elaborar una secuencia de enseñanza que dé cuenta de una investigación ([Gericke et al., 2022](#)).

Esta propuesta educativa pretende facilitar a estudiantes y profesores el desarrollo de competencias científicas, a través de la integración de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, particularmente en el área de la química inorgánica.

3. Metodología

La propuesta educativa con un enfoque indagativo se elaboró considerando los estándares pedagógicos vigentes, para la carrera de Pedagogía en Química, según el Ministerio de Educación chileno, pues éstos comprometen las competencias necesarias para la enseñanza de la química en educación secundaria. También se revisaron los programas de las actividades curriculares Química Inorgánica I y II, dictadas el Semestre III y IV, respectivamente. Se realizó un análisis cualitativo del contenido, identificando acciones/actividades que se pudieran asociar a habilidades experimentales.

Se procedió a la creación de medios educativos y de evaluación, integrando el uso de tecnologías educativas, tales como las simulaciones interactivas. En cuanto a los medios de evaluación, se centraron en medir el logro de los objetivos de aprendizaje por parte de los estudiantes, en función de los resultados formativos comprometidos en los programas, abarcando diversas formas de evaluación. Las evaluaciones incluyen aspectos teóricos y prácticos, en forma de una Pauta de Cotejo, para evaluar el desempeño de los estudiantes en las diferentes actividades, proporcionando indicadores específicos para cada competencia y habilidad.

Para validar la pertinencia de los medios educativos e instrumentos de evaluación, se realizó una prueba piloto ($n=6$). Los sujetos participantes formaban parte del equipo docente del área de Química Inorgánica, quienes proporcionaron retroalimentación detallada sobre la claridad y relevancia de los medios e instrumentos diseñados. La retroalimentación obtenida se utilizó para realizar ajustes y mejoras en los instrumentos.

4. Resultados y Discusión

Se realizó un análisis cualitativo del contenido en los programas de las actividades curriculares de Química Inorgánica I y II, utilizando como criterio palabras asociadas a actividades, acciones y habilidades experimentales (Tablas 2 y 3).

En ambos programas fue posible identificar actividades y habilidades experimentales, evidenciando la importancia de la aplicación práctica del conocimiento teórico en las actividades curriculares del área de Química Inorgánica. La frecuencia semanal de las actividades experimentales, junto con las diferentes etapas de evaluación, indican un compromiso continuo en el desarrollo integral y progresivo de estas habilidades, ofreciendo una oportunidad, para que los estudiantes apliquen los conceptos aprendidos a situaciones reales.

Tabla 2*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	- "...los laboratorios se centran en el logro de habilidades relacionadas con el análisis inorgánico cualitativo y cuantitativo." - "Esta actividad curricular es de orden presencial y se desarrolla tanto en el aula como en el laboratorio."
Resultado Formativo de la Actividad Curricular	- "Aplica los principios generales, aprendidos en clases, a problemas químicos concretos planteados tanto en el laboratorio como en la vida diaria." - "Desarrolla la habilidad para analizar e informar resultados de investigación." - "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."
Núcleo de Aprendizaje 1. Nomenclatura inorgánica	- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales." - "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."
Núcleo de Aprendizaje 2. Electroquímica	- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales." - "Asimismo, se desarrollarán actividades experimentales, las cuales en una disciplina principalmente experimental como la Química tienen una gran relevancia."
Núcleo de Aprendizaje 3. Enlace químico y Orbitales moleculares	- "Las actividades experimentales serán desarrolladas semanalmente y las y los estudiantes tendrán diversas etapas de evaluación en dichas actividades semanales."

Tabla 3*Referencias a actividades experimentales en el programa de Química Inorgánica II.*

Sección del programa	Mención a actividades prácticas experimentales
Descripción General de la Actividad Curricular	- "En el laboratorio, entre las habilidades a lograr, están analizar material descriptivo relacionado con los elementos químicos y los compuestos que forman entre sí..." - "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." - "Esta actividad curricular es de orden presencial y se desarrolla, predominantemente en aula como en laboratorio."
Resultado Formativo de la Actividad Curricular	- "Aplica los principios generales, aprendidos en clases, a problemas químicos concretos planteados tanto en el laboratorio con situaciones experimentales." - "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."

Núcleo de Aprendizaje 1: Fuerzas Intermoleculares	- "En el laboratorio con situaciones experimentales." - "Controles escritos (1 evaluación por cada laboratorio)". - "Presentaciones grupales semanales de las y los estudiantes (1 evaluación cada laboratorio)".
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."

La propuesta educativa contiene material didáctico, en forma de una Guía de pre-laboratorio virtual (Anexo I), una Guía de laboratorio para estudiantes (Anexo II) y una Guía de laboratorio para el profesor (Anexo III). Las dos primeras fueron elaboradas con un enfoque indagativo, el cual permite la contextualización de la actividad experimental, al proporcionar un contexto significativo para los conceptos involucrados, facilitando la conexión entre la información y las experiencias tangibles en el mundo real. El enfoque indagativo utilizado tiene como fin desarrollar habilidades de investigación y autonomía en la búsqueda y síntesis de la información, con el fin de resolver problemáticas del mundo que los rodea (Jegstad, 2023).

De esta forma, la guía de pre-laboratorio virtual tiene como finalidad preparar a los estudiantes para la actividad práctica, en un contexto tecnológico. A diferencia de la guía de laboratorio para los estudiantes, la que tiene como finalidad el desarrollo de habilidades experimentales, tales como la manipulación de reactivos, la medición de volúmenes y la observación de cambios químicos.

Por último, la guía de laboratorio para el profesor proporciona la información necesaria para orientar el desarrollo y aplicación de las guías anteriormente mencionadas. En ella se incluyen detalles sobre la preparación de la actividad, consejos de seguridad, un glosario explicativo y un instrumento de evaluación (pauta de cotejo), asegurando que se cumplan los objetivos propuestos en la guía.

La Pauta de Cotejo se elaboró como un medio de observación de las habilidades experimentales, asociadas a las competencias científicas en la formación de profesores de química. La pauta se centra en conceptos, tales como la precisión de una preparación de soluciones, el manejo seguro de reactivos, el cumplimiento de procedimientos experimentales, la aplicación de conceptos químicos, entre otros (Tabla 4).

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 práctica.</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 práctica. <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 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).</i>
8 y 9	Evalúa la comprensión del estudiante sobre la importancia de utilizar productos químicos de alta pureza y cómo manejarlos. <i>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.</i>

- 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.*
-

En la implementación piloto de la propuesta educativa participaron, tanto profesores del área de Química Inorgánica, como estudiantes de Pedagogía en Química de la UMCE, quienes habían concluido su segundo año académico, es decir, ya habían aprobado estas actividades curriculares. La actividad consistió en un laboratorio de preparación de soluciones con formación de precipitados, abarcando diversos aspectos prácticos de la Química Inorgánica, como la manipulación de reactivos, cálculos de concentraciones y técnicas de medición, dado por las temáticas abordadas: ácido-base, reacciones que involucran la formación de compuestos poco solubles y electroquímica, como conceptos basales en la Química Inorgánica II, donde se profundiza en su aplicación.

Después de la aplicación de las guías experimentales, se realizó un proceso de retroalimentación que involucró tanto a los profesores como a los estudiantes participantes (Anexo 6). Los profesores proporcionaron observaciones y comentarios que permitieron mejorar, tanto de la guía para el profesor, como la guía para el estudiante, enfocándose en ajustes metodológicos y sugerencias, para fortalecer la actividad práctica de laboratorio de preparación de soluciones.

En el proceso de retroalimentación, los estudiantes identificaron como fortaleza la “relevancia y utilidad” de la contextualización del laboratorio, resaltando la integración de la teoría química con aplicaciones prácticas concretas, permitiendo así la comprensión más profunda de los conceptos químicos, contribuyendo a la motivación y el compromiso con sus procesos de aprendizaje.

La pertinencia de la actividad fue valorada positivamente por los estudiantes, respecto a las preguntas de aplicación. No se sugirieron ni solicitaron cambios en el diseño de las preguntas. Finalmente, se les preguntó si estimulaban el pensamiento crítico y la aplicación de los conocimientos adquiridos, a lo que respondieron afirmativamente.

En la retroalimentación por parte de los profesores, se destaca que las instrucciones proporcionadas en las guías del estudiante y del profesor son claras. Este aspecto es crucial para asegurar que, tanto estudiantes como profesores, comprenden los procedimientos y objetivos del laboratorio, facilitando así su aplicación.

Estudiantes y profesores manifestaron preocupación por el uso de una “concentración alta y la sobresaturación de la solución”, sugiriendo la necesidad de ajustar previamente la concentración de las soluciones, para mejorar la viabilidad y representatividad de los resultados experimentales. También se sugirió la propuesta de “incorporar la técnica de calentamiento” y enfriamiento para lograr la “lluvia de oro” (Anexo 6). Lo anterior fue considerado y posteriormente implementado. Siendo un elemento visualmente atractivo, enriqueciendo la experiencia práctica, al mejorar la atención, la motivación y el interés de los estudiantes. Además, permite una observación directa sobre los efectos de la temperatura en la solubilidad, lo que facilita la comprensión de conceptos, como la relación entre temperatura y solubilidad de una sustancia.

Se presentó la necesidad de “instrucciones más claras en la asignación de puntos en la pauta de cotejo e indicar expresamente la construcción de un diagrama”, haciendo referencia a la Pauta de Cotejo. Se reconoce que una guía más clara beneficia la comprensión del profesor respecto a cómo utilizar el instrumento de evaluación (pauta de cotejo); así también, facilita a los estudiantes el entender cómo serán evaluados y que aspectos específicos están considerados. Por lo que se incorporó una instrucción explícita de elaborar un diagrama, resumen o esquema, que permita reconocer la comprensión del procedimiento experimental a realizar.

También, se incluyó un indicador de evaluación referido a las “ecuaciones químicas involucradas” en la actividad experimental (Indicador 14, Anexo IV Pauta de Cotejo), lo que permitiría evaluar su comprensión conceptual, la capacidad de relacionarlas con los resultados experimentales y la comprensión teórica del fenómeno estudiado.

En el caso de los estudiantes, la retroalimentación mostró la perspectiva desde su propia experiencia, la cual permitió mejorar la comprensión de la guía del estudiante. Así, se estableció un ciclo de mejora, basado en la experiencia y las necesidades específicas de los estudiantes y profesores involucrados.

5. 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 del Plan de Estudio de Formación Inicial de Profesores de Química de una universidad estatal chilena. 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 medios educativos centrados en prácticas experimentales que promueven el desarrollo de habilidades experimentales y, por ende, competencias científicas en los estudiantes. Asimismo, se elaboró un instrumento de evaluación que da cuenta del grado de desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes, desde el conocimiento experto del Profesor de Laboratorio. Este instrumento puede retroalimentar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, como también permite a los profesores identificar áreas de mejora

en sus procesos de enseñanza, promoviendo el desarrollo de habilidades experimentales en un contexto real y significativo, para los estudiantes, como es la contaminación por metales pesados.

Se entiende que el presente trabajo abre una posibilidad concreta de que este tipo de actividades sea replicado en otros contextos educativos y que aspectos no abordados en el presente trabajo puedan ser profundizados, ya que es un punto de inicio; por ejemplo, recoger información de más actividades curriculares aplicando este tipo de investigación podría ser de alto interés para una carrera que forma profesores de ciencias u otras carreras que incluyan el aprendizaje de la química inorgánica (químicos, ingenieros químicos, químicos ambientales, etc.).

Por ahora, se comparte la propuesta de medios educativos y un instrumento de evaluación, aunque se requiere la aplicación de este tipo de metodología a un número mayor de estudiantes, ya que la implementación piloto consideró a solo 6 estudiantes. Así, aunque se espera aportar en el área de la enseñanza de la Química Inorgánica, esta propuesta es potencialmente aplicable a otras actividades curriculares del área de las ciencias naturales, donde las actividades experimentales potencian el aprendizaje de estas ciencias.

Se espera que esta propuesta, en un plan de estudio que considere como estrategia de aprendizaje a las actividades experimentales de pregrado, otorgue información que retroalimente curricularmente la formación profesional con miras en un mejor aprendizaje de la química y el desarrollo de competencias científicas. De manera similar, se espera que el instrumento de evaluación propuesto (pauta de cotejo) visibilice las habilidades experimentales al detallar los indicadores a evaluar.

Finalmente, se presenta una propuesta educativa en la forma de una situación de enseñanza aprendizaje, que aborda problemáticas medioambientales reales a través de una práctica experimental, promoviendo la apropiación de conocimientos disminuidos o que requieren apoyo para ello, especialmente en un momento en que la priorización curricular adoptada frente a la pérdida de aprendizajes de los últimos 5 años ha relegado el conocimiento científico, siendo la química particularmente afectada.

Referencias

- Agencia de la Calidad de la Educación. (2022). *Manual de Uso del Diagnóstico Integral de Aprendizajes*. https://diagnosticointegral.agenciaeducacion.cl/documentos/Manual_uso.pdf.
- Bazie H, Lemma B, Workneh A, Estifanos A (2024). The Effect of Virtual Laboratories on the Academic Achievement of Undergraduate Chemistry Students: Quasi-Experimental Study. *JMIR Formative Research*, 8, e64476. <https://doi.org/10.2196/64476>.
- Campbell, C., Midson, M., Bergstrom, P., Cahill, S., Green, N., Harris, M., Hibble, S., O'Sullivan, S., To, T., Rowlands, L., Smallwood, Z., Vallance, C., Worrall, A., & Stewart, M. (2022). Desarrollo de un programa de química práctica basado en competencias: un enfoque curricular integrado y en espiral. *Profesor Internacional de Química*, 4(3), 243-257. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0003>.
- Chávez-Angulo, B., Romero-Martin, G. (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>.
- Chu, C., Dewey, J., & Zheng, W. (2023). An Inorganic Chemistry Laboratory Technique Course using Scaffolded, Inquiry-Based Laboratories and Project-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 100, 3500–3508. https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.jchemed.3c00547?ref=article_openPDF.

- Díaz, G. (2023). 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.
- Espinosa-Ríos, E., González-López, K., & Hernández-Ramírez, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: Una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1). <https://www.redalyc.org/journal/2654/265447025017/html/>.
- Fajardo-Casas, D., & Bellot, 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., & Galarza, O. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 03-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>.
- Fundación País Digital (2023). *Futuro de la Educación en Chile: Innovación, tecnología y habilidades del siglo XXI*. Centro de Innovación Ministerio de Educación. https://media.paisdigital.org/wp-content/uploads/2024/01/02212122/FUTURO-DE-LA-EDUCACION-EN-CHILE_Estudio-Junio2023.pdf.
- Gericke, N., Högström, P., & Wallin, J. (2022). Una revisión sistemática de la investigación sobre el trabajo de laboratorio en la escuela secundaria. *Estudios de Enseñanza de las Ciencias*, 59(2), 245-285. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>.
- González, L., & Crujeiras, 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/v34-n3-gonzalez-crujeiras>.
- Hernández-Junco, L., Machado-Bravo, E., Martínez-Sardá, E., Bermúdez-Jiménez, L., & Andreu-Gómez, N. (2022). El método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico. *Revista Cubana de Química*, 34(1), 19-33. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443570155002/html/#B1>.
- Jegstad, K. (2023). Inquiry-based chemistry education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 251-313. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>.
- Mancebo-Rivero, O., 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/>.
- Marzano, R., & Kendall, J. (2006). *Designing & assessing educational objectives: Applying the new taxonomy*. Corwin Press.
- 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.
- 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>.

- OCDE [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico]. (2023). Resultados para países y economías. En *Resultados PISA 2022* (Volumen I): El estado del aprendizaje y la equidad en la educación. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/bc9c7189-en>.
- Quiles-Carrillo, L., Fombuena, V., Boronat, T., Balart, R., y Montanes, N. (2018). *Aprendizaje cooperativo en las prácticas de laboratorio de la asignatura "Ciencia de Materiales"*. En Congreso In-Red 2018. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8584>.
- Rayment, S., Evans, J., Moss, K., Coffey, M., Kirk, S., Sivasubramaniam, S. (2022). Uso de las lecciones aprendidas de un estudio comparativo de las actividades previas al laboratorio de química y biociencia para diseñar intervenciones efectivas previas al laboratorio: un estudio de caso. *Revista de Educación Biológica*, 57(5), 1092–1111. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2011771>.
- Real Sociedad de Química. (2021). *El papel del laboratorio en la enseñanza de la química. En Enseñanza y Aprendizaje en el laboratorio de Química Escolar*, (pp. 1-15). (RSC Publishing). <https://doi.org/10.1039/9781839164712-00001>.
- Riscanevo, J. (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>.
- Sánchez, J. (2022). ¿Las habilidades básicas de laboratorio son adquiridas adecuadamente por los estudiantes de ciencias de pregrado? Cómo las metodologías de control de calidad aplicadas a las clases de laboratorio pueden ayudarnos a encontrar la respuesta. *Química Analítica y Bioanalítica*, 414(12), 3551–3559. <https://doi.org/10.1007/s00216-022-03992-x>.
- Seery, M., Agustian, H., Christiansen, F., Gammelgaard, B., Malm, R. (2024). 10 Guiding principles for learning in the laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 25, 383, <http://dx.doi.org/10.1039/D3RP00245D>.
- Terrazo, E., Riveros, D. (2020). Programa experimental para fortalecer las habilidades científicas en estudiantes de tres años de una institución educativa de Huancavelica. *Revista científica Innova Shimnambo*, 2(1), 18-24. <http://51.222.120.103/index.php/EDUCACION/article/view/32/25>.
- Valle, G. (2018). La competencia científica como capacidad del docente universitario para la actividad pedagógica profesional. *Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/11/competencia-cientifica-docente.html>.
- Van Wyk, A., Bhinu, A., Frederick, K., Lieberman, M., Cole, R. (2025). Bridging the Science Practices Gap: Analyzing Laboratory Materials for Their Opportunities for Engagement in Science Practices. *Journal of Chemical Education*, 102, 3, 970–983. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00744>.
- Vega-Moreno, D. y Llinás, D. (2017). Metodologías de aprendizaje activas aplicadas a prácticas en laboratorios químicos. En *Books of abstracts CIVINEDU 2017* (p. 113). Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7825303>.
- Verastegui, A. (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. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10372/1/IV_PG_MEMDES_TE_Verastegui_Betalleluz_2021.pdf.

- Vélez-Vinueza, M. y Erazo-Álvarez, J. (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>.
- Zambrano, G., & Batista, M. (2024). Optimization and evaluation of experimental practices in inorganic chemistry: advances and perspectives. *Minerva*, 5(13), 109-116. <https://doi.org/10.47460/minerva.v5i13.157>.



Este trabajo está sujeto a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY 4.0).

Materiales complementarios

ANEXO I. Pre laboratorio virtual

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 AgNO_3 0,2 M
Pipeta volumétrica.	Solución de NaCl 0,1 M

Procedimiento experimental:

- Ingresar al sitio web del laboratorio virtual en donde se llevará a cabo la actividad. ([Laboratorio virtual](#))
- Seleccionar del almacén las soluciones de AgNO_3 0,2 M y NaCl 0,1 M.
- Con una pipeta transferir 10 mL de cada solución (AgNO_3 y NaCl) al matraz de Erlenmeyer.
- Pulsar el matraz de la solución del paso anterior con el clic derecho, seleccionar el apartado de Renombrar y ponerle "Solución experimental".
- Pulsar el matraz etiquetado como "Solución experimental" con el clic izquierdo para ver la pestaña de información de este.
- 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 AgNO_3 y 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 AgNO_3 y NaCl , ¿puedes explicar por qué se forma un precipitado de cloruro de plata (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 25 mL	Nitrato de plomo (II) $Pb(NO_3)_2$
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 de madera	
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 25 mL de una solución de nitrato de plomo (II) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,018 M en un matraz de aforo de 25 mL
4. Preparar 25 mL de una solución de yoduro de potasio (KI) 0,036 M en un matraz de aforo de 25 mL.
5. Transferir 10 mL de cada solución ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y 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:

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 Flúor 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 Gallio 69.72	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 Yttrio 88.91	Zr 40 Zirconio 91.22	Nb 41 Niobio 92.91	Mo 42 Molibdeno 95.94	Tc 43 Tecnecio 98.91	Ru 44 Rutenio 101.07	Rh 45 Rodio 101.07	Pd 46 Paladio 106.42	Ag 47 Plata 107.87	Cd 48 Cadmio 112.41	In 49 Indio 114.82	Sn 50 Estaño 118.71	Sb 51 Antimonio 121.76	Te 52 Teluro 127.60	I 53 Yodo 126.91	Xe 54 Xenón 131.29
Cs 55 Cesio 132.91	Ba 56 Bario 137.33	Lantánidos	Hf 72 Hafnio 178.49	Ta 73 Tantalio 180.95	W 74 Wolframio 183.84	Re 75 Renio 186.21	Os 76 Osmio 190.23	Ir 77 Iridio 192.22	Pt 78 Platino 195.08	Au 79 Oro 196.97	Hg 80 Mercurio 200.59	Tl 81 Talio 204.38	Pb 82 Plomo 207.2	Bi 83 Bismuto 208.98	Po 84 Polonio [209]	At 85 Astatino [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 práctica.

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 práctica experimental.*

Materiales	Reactivos
2 Matraz de aforo de 25 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	
Mechero Bunsen	
Tubo de ensayo	
Pinzas de madera	

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 práctica experimental

Concepto	Definición
Solución	Una mezcla homogénea de dos o más sustancias, donde una de ellas (soluta) 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 (Pb^{2+}) e iones de yoduro (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 práctica, 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 25 mL
 - Masar 0,149 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 25 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 25 mL.
 - Masar 0,149 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 25 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, 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 madera.
 - 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.

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?

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.

Fig. 2

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

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?

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.

Fig. 3:

Tabla Periódica de los elementos químicos.

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 1.008																	He 2 4.003									
Li 3 6.941	Be 4 9.012											B 5 10.81	C 6 12.01	N 7 14.01	O 8 16.00	F 9 18.99	Ne 10 20.18									
Na 11 22.99	Mg 12 24.31											Al 13 26.98	Si 14 28.09	P 15 30.97	S 16 32.07	Cl 17 35.45	Ar 18 39.95									
K 19 39.10	Ca 20 40.08	Sc 21 44.96	Ti 22 47.87	V 23 50.94	Cr 24 52.00	Mn 25 54.94	Fe 26 55.85	Co 27 58.93	Ni 28 58.69	Cu 29 63.55	Zn 30 65.38	Ga 31 69.72	Ge 32 72.63	As 33 74.92	Se 34 78.97	Br 35 79.90	Kr 36 83.80									
Rb 37 85.47	Sr 38 87.62	Y 39 88.91	Zr 40 91.22	Nb 41 92.91	Mo 42 95.94	Tc 43 98.91	Ru 44 101.1	Rh 45 102.9	Pd 46 106.4	Ag 47 107.9	Cd 48 112.4	In 49 114.8	Sn 50 118.7	Sb 51 121.8	Te 52 127.6	I 53 126.9	Xe 54 131.3									
Cs 55 132.9	Ba 56 137.3											Hf 72 178.5	Ta 73 180.9	W 74 183.8	Re 75 186.2	Os 76 190.2	Ir 77 192.2	Pt 78 195.1	Au 79 197.0	Hg 80 200.6	Tl 81 204.4	Pb 82 207.2	Bi 83 209.0	Po 84 [209]	At 85 [210]	Hn 86 [210]

ANEXO IV. PAUTA DE COTEJO

Evaluación del trabajo en el laboratorio				
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.				
A: 6 Lo realiza en forma óptima. B:3 Lo realiza en forma parcial. C:1 No lo realiza o no termina el trabajo.				
Indicadores	A	B	C	Observación
El estudiante...				
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 (por ej. 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 práctica 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 medios 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.

ANEXO VI. COMENTARIOS u OBSERVACIONES o RECOMENDACIONES REALIZADAS POR LOS/LAS SUJETOS PARTICIPANTES EN LA APLICACIÓN PILOTO DE LOS MEDIOS EDUCATIVOS Y DE EVALUACIÓN.

Medio	Sujeto participante	Comentario/observación/recomendación
Guía para profesor/a	P 1	- 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.
		- Probar con concentraciones menos intensas debido a la naturaleza de las sustancias.
	P 2	- 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'
		- Las instrucciones proporcionadas tanto en la guía del estudiante como del profesor son claras para mí. Comunican los procedimientos y objetivos del laboratorio de manera concisa. - Concuero con probar concentraciones más bajas por la toxicidad del plomo. - Creo que llamaría la atención de los estudiantes incorporar la técnica de calentamiento para lograr la lluvia de oro y así podrían observar la solubilidad de los compuestos en función de la temperatura.
Guía para el/la estudiante	P 1	- Revisar cuidadosamente los cálculos de concentración en la guía, ya que se encontraron errores matemáticos asociados con la preparación de soluciones y hay una discrepancia con los cálculos que se escriben en la guía del profesor.
	P 2	- 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.
	E 1	- Al preparar la solución con la concentración que indica la guía hay una sobre saturación de la solución. - Creo que sería útil cambiar el orden de las preguntas de aplicación. Aunque son pertinentes, pienso que si las invertimos, la comprensión mejoraría.
		E 2
Pauta de cotejo de la actividad experimental	P 1	- Dar instrucciones para la asignación de puntos. - Indicaría expresamente en la guía de laboratorio que deben construir un resumen o diagrama. - Diría "Realiza cálculos de forma correcta" - Utiliza un tiempo adecuado para la experiencia. - No se dice nada de las ecuaciones químicas involucradas.

P= profesor, ayudante; E= estudiante