



**Especialización en Docencia Universitaria de
Disciplinas Tecnológicas**

TRABAJO FINAL

**PROPIUESTA DE INNOVACIÓN DIDÁCTICA EN LA
EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS EN LA
ASIGNATURA ANÁLISIS DE MENAS DE
INGENIERÍA DE MINAS DE LA FACULTAD DE
TECNOLOGÍA Y CIENCIAS APLICADAS - UNCA**

AUTOR:

Luis Germán Rodriguez Brizuela

TUTORA:

Mgtr. Carola Victoria Flores

Rodríguez Brizuela, Luis Germán

Propuesta de innovación didáctica en la evaluación por competencias en la asignatura análisis de menas de ingeniería de minas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas UNCA / Luis Germán Rodríguez Brizuela. - 1a ed. - Catamarca : Editorial Científica Universitaria de la Universidad Nacional de Catamarca, 2025.

Libro digital, HTML

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-661-539-6

1. Ingeniería de Minas. 2. Innovaciones. I. Título.

CDD 622.028

ISBN: 978-987-661-539-6

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

E.C.U.U.N.C.A. 2025

Avda. Belgrano 300 - Pab. Variante I - Planta Alta - Predio Universitario

San Fernando del Valle de Catamarca - 4700 -

Catamarca - República Argentina

Prohibida la reproducción, por cualquier medio mecánico y/o electrónico, total o parcial de este material, sin autorización del autor.

Todos los derechos de autoría quedan reservados por el autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, mi mamá Stella, mi papá Luis, mi compañera Gisel, y mis hermanos Gisela, Pablo, Sofía y Camila, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada etapa de mi vida. A mi tutora Carola, por su dedicación, guía y valiosos aportes. A los docentes de la Carrera, por inspirarme y hacerme reflexionar sobre la belleza y el valor de esta profesión.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
Resumen	8
Introducción General	9
Capítulo I - Marco Teórico	12
Introducción	12
Antecedentes	14
Innovación educativa	17
Innovación didáctica	18
Competencias	19
Enfoque pedagógico de enseñanza y aprendizaje basado en competencias	20
Metodologías didácticas para la formación por competencias	22
Evaluación educativa	25
Tipos de evaluación	27
Evaluación por competencias	28
Resultados de aprendizaje	28
Criterios de evaluación y niveles de logro	29
Técnicas e instrumentos de evaluación por competencias	29
Proceso para evaluar por competencias	32
Trabajos prácticos de laboratorio	33
Capítulo II - Materiales y Métodos	37
Introducción	37
Diseño de investigación	37
Universo o población	37
Variables del estudio y definiciones operacionales e instrumentos	38
Instrumentos de recolección de datos	38
Fuentes de información	38
Técnicas de procesamiento	39
Capítulo III - Propuesta de Innovación Didáctica y Prueba Piloto	41

Introducción	41
Ámbito de la implementación de la propuesta innovadora	41
Información de la asignatura considerada.....	43
Requerimientos de la asignatura.....	45
Fase inicial de la propuesta de innovación	45
Definición de la temática y situación problemática.....	46
Fase de formulación de la propuesta de innovación.....	46
Objetivo.....	46
Método de enseñanza.....	46
Actividades propuestas	49
Resultados de aprendizaje.....	52
Articulación entre los Resultados de Aprendizaje, Capacidades y Actividades.....	52
Recursos didácticos	53
Sistema de evaluación	54
Criterios de evaluación.....	54
Calificación utilizada	55
Programa de evaluación	56
Protocolo de retroalimentación.....	56
Instrumentos de evaluación	57
Diseño de prueba objetiva.....	58
Diseño de la lista de cotejo	58
Diseño de la rúbrica	59
Diseño de la evaluación parcial.....	61
Fase de ejecución.....	61
Participantes de la prueba piloto	61
Actividades llevadas a cabo	62
Implementación de los instrumentos de evaluación.....	62
Fase de evaluación.....	64
Modificaciones realizadas respecto del modelo tradicional de evaluación	64
Resultados de aprendizaje y niveles de desempeño	64
Evaluación de la propuesta realizada por los estudiantes.....	64
Discusión, Conclusiones y Recomendaciones.....	70
Discusión.....	70
Conclusiones.....	73

Recomendaciones	75
Referencias	78
Anexos	82
Anexo I Programa de la asignatura	82
Anexo II Trabajos Prácticos	90
Anexo III Guía de ejercicios	107
Anexo IV Aula virtual Moodle	109
Anexo V Evaluación Parcial.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de evaluación por competencias.....	33
Figura 2. Lista de cotejo empleada en la propuesta.....	59
Figura 3. Rúbrica para evaluación de informe.....	60
Figura 4. Rúbrica para evaluación de exposición.....	60
Figura 5. Resultados de evaluaciones	63
Figura 6. Correlación entre evaluaciones sumativa y formativas	63
Figura 7. ¿Consideras que la asignatura te proporcionó las habilidades necesarias para resolver problemas relacionados a la química analítica en el ámbito de la ingeniería de minas?.....	65
Figura 8. ¿Crees que las actividades prácticas de la asignatura te prepararon para manipular de forma adecuada y segura los elementos de laboratorio necesarios en los procesos de análisis químico?.....	65
Figura 9. ¿Piensas que la asignatura te preparó para emplear métodos e instrumentos tecnológicos de manera efectiva considerando el contexto particular de cada situación en el laboratorio?	66
Figura 10. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte oralmente de manera clara y efectiva?	66
Figura 11. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de habilidades relacionadas al trabajo en equipos? 67	67
Figura 12. ¿Crees que la asignatura te brindó oportunidades suficientes para mejorar tus habilidades en lo que respecta a la gestión del tiempo y toma de decisiones frente a distintas situaciones dentro de un laboratorio?	67
Figura 13. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte de manera clara y efectiva en textos e informes escritos?	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades reservadas, competencias específicas y descriptores de conocimiento para la carrera Ingeniería de Minas.....	21
Cuadro 2. Criterios para seleccionar metodologías.....	23
Cuadro 3. Metodologías para formar por competencias por modalidad organizativa.....	24
Cuadro 4. Metodologías para formar por competencias	25
Cuadro 5. Estrategias e instrumentos para evaluar en trabajos prácticos de laboratorio	32
Cuadro 6. Variables del estudio y definición conceptual, dimensiones e instrumentos.....	38
Cuadro 7. Asignaturas por bloque y carga horaria de bloques.	43
Cuadro 8. Competencias definidas para Análisis de Menas.	49
Cuadro 9. Contenidos, métodos y actividades propuestas.	50
Cuadro 10. Clasificación de actividades según modalidad individual o grupal.	51
Cuadro 11. Clasificación de actividades según temporalidad.	51
Cuadro 12. Clasificación de actividades según momento respecto del trabajo práctico.....	52
Cuadro 13. Resultados de aprendizaje propuestos.....	52
Cuadro 14. Articulación entre RA, capacidades y actividades.	53
Cuadro 15. Criterios de evaluación para cada RA.	55
Cuadro 16. Programa de evaluación para la propuesta.	56
Cuadro 17. Instrumentos empleados según criterios y momentos.....	58
Cuadro 18. Cronograma de actividades.....	62

RESUMEN

La formación por competencias en las carreras de ingeniería pretende generar espacios que propicien el desarrollo de diversas capacidades cognoscitivas y prácticas, además de habilidades y actitudes requeridas por los estudiantes para enfrentar los desafíos cambiantes de la profesión. En Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) orienta este enfoque con estándares, que sirven de guía para la adecuación de los diseños curriculares y de forma más puntual, para la planificación de actividades académicas dentro de los espacios curriculares. Este trabajo propone un sistema de evaluación por competencias para la asignatura Análisis de Menas perteneciente a la carrera Ingeniería de Minas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, de la Universidad Nacional de Catamarca. Para lograr este objetivo, se elaboró una propuesta de innovación didáctica para una unidad curricular de la materia, que contempló la especificación de capacidades a desarrollar, resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación asociados, siguiendo a CONFEDI. En esta línea, se realizó la selección y empleo de metodologías didácticas activas para la enseñanza por competencias, se modificaron los trabajos prácticos de laboratorio y se planificó un sistema de evaluación considerando instancias de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Además, se diseñaron e implementaron instrumentos para la evaluación por competencias durante la ejecución de las prácticas, a modo de prueba piloto. Los resultados obtenidos muestran que existe una gran correlación entre el desempeño práctico y las instancias de evaluación tradicionales como los parciales escritos, sin embargo, no es posible recolectar información del desempeño práctico y el desarrollo de habilidades directamente de este tipo de evaluaciones, lo que convierte a los instrumentos como las listas de cotejo y las rúbricas en fundamentales para la contrastación de evidencias de aprendizaje, relacionadas a las competencias en formación. Por otro lado, se concluyó que es necesaria la jerarquización y priorización de contenidos dentro del currículo, dada la gran demanda temporal de las actividades y evaluaciones con este enfoque. Finalmente, a través de encuestas, se determinó que la propuesta tuvo un alto nivel de aceptación por parte de los estudiantes, logrando alto grado de satisfacción, reflejados en la consideración positiva que tuvieron respecto de las actividades y su relación con la percepción de mejora de sus propias capacidades.

Palabras clave: innovación didáctica, ingeniería de minas, evaluación por competencias, laboratorio químico.

INTRODUCCIÓN GENERAL

La formación basada en competencias es un enfoque de enseñanza que pretende promover el desarrollo de diversas capacidades en el estudiante, relacionadas al objeto de estudio y al rol del profesional en la sociedad moderna. En la enseñanza de la ingeniería, este enfoque toma especial relevancia debido a la necesidad de resolver los desafíos tecnológicos, sociales, económicos y ambientales de los cambios globales.

Díaz Barriga (2006) indica que la mejor manera de observar una competencia es en la combinación de tres elementos, una información, el desarrollo de una habilidad y la puesta en acción en una situación inédita. Es decir, que toda competencia requiere del dominio de una información específica, al mismo tiempo que reclama el desarrollo de una habilidad o serie de habilidades derivadas de los procesos de información y puestas en marcha en una situación problema real inédita.

En Argentina, las competencias en las carreras de ingenierías son abordadas desde el año 2004 por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) de la República Argentina. En la actualidad, los "Estándares de Segunda Generación de Competencias Genéricas del Ingeniero Argentino" propuestas por el CONFEDI (2018) se constituyen como el documento que orienta a las facultades de ingeniería y educadores de ingenieros en los procesos de desarrollo de competencias a nivel regional y continental, buscando un graduado que tenga habilidades prácticas y sea competente en aspectos tecnológicos, políticos, sociales y actitudinales (saber hacer y saber ser). Es así, que los graduados de carreras de ingeniería deben tener una adecuada formación integral, que les permita adquirir nuevos conocimientos y herramientas derivados del avance de la ciencia y la tecnología.

En este contexto, las evaluaciones son herramientas imprescindibles para la comprobación de evidencias de aprendizaje durante la formación por competencias en ingeniería, requiriendo de instancias que permitan abordar los múltiples aspectos que hacen al desarrollo de las capacidades específicas del futuro profesional. Asimismo, pueden cumplir una función formativa. Según Moreno Olivos (2016) la evaluación para el aprendizaje tiene como prioridad en su diseño y en su práctica, servir al propósito de promover el aprendizaje de los estudiantes, por lo que difiere de la evaluación que se elabora con el propósito de rendir cuentas, clasificar o acreditar competencias, estas últimas son las que proveen evidencia del rendimiento de los estudiantes.

Por lo antes expuesto surge la necesidad de abordar la implementación de un sistema de evaluación según el enfoque pedagógico de la enseñanza por

competencias en las asignaturas de la Carrera Ingeniería en Minas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA). En este trabajo se toma como caso de estudio la asignatura Análisis de Menas de la Carrera Ingeniería en Minas, donde se consideran los trabajos prácticos de laboratorio y guías de ejercicios de la asignatura para la implementación de una propuesta educativa innovadora.

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un sistema de evaluación por competencias para la asignatura 'Análisis de Menas' de la carrera Ingeniería en Minas en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCA. Para alcanzar este objetivo, se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y definir las competencias específicas y genéricas que se abordarán en la asignatura en estudio.
- Analizar las prácticas de evaluación existentes y los instrumentos utilizados en la asignatura para comprender las evaluaciones aplicadas.
- Diseñar estrategias e instrumentos de evaluación alineados y coherentes con el enfoque de evaluación por competencias.
- Implementar el sistema de evaluación por competencias diseñado en la asignatura "Análisis de Menas".
- Evaluar los resultados de la implementación del sistema, considerando el desarrollo efectivo de las competencias propuestas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I - MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La Declaración de Bolonia y la creación del Espacio Europeo de Educación Superior en vísperas del siglo XXI, marcaron un punto de inflexión a nivel global respecto de los modelos de la enseñanza universitaria. La nueva realidad educativa deja en evidencia el contraste entre la enseñanza pensada para el aprendizaje acumulativo de conocimientos y, la enseñanza para la adquisición de habilidades y actitudes necesarias para el desempeño profesional. Bajo este enfoque, el estudiante toma un rol activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, convirtiéndose en el centro de la escena formativa.

En este sentido, el modelo educativo de enseñanza basado en competencias busca desarrollar capacidades que permitan al estudiante adaptarse a los cambios constantes del mercado laboral y de la sociedad en general. Este enfoque se centra en el desarrollo de habilidades y conocimientos específicos que son directamente aplicables a situaciones prácticas. Dentro de las carreras de ingeniería, se busca preparar a los estudiantes no solo con teoría académica, sino también con las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos profesionales, es decir, que además de un sólido conocimiento técnico, el egresado de ingeniería debe contar con habilidades transversales como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, y la capacidad de adaptarse y liderar en entornos complejos, entre otras.

En el ámbito de las carreras de ingeniería en Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha sido un actor clave en la adaptación de los programas de formación a un modelo basado en competencias. Desde hace varios años, el CONFEDI viene trabajando en la definición de un perfil de egresado que responda a las necesidades del sector productivo y a los desafíos globales actuales. Este esfuerzo se concretó en la publicación de los libros “Competencias en Ingeniería” en el año 2014 y el denominado “Libro Rojo”, Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina en el año 2018, los cuales establecen las competencias específicas y genéricas de egreso que deben alcanzar los estudiantes de ingeniería en el país, alineadas con los principios del Espacio Europeo de Educación Superior y las tendencias internacionales.

El enfoque de competencias propuesto por el CONFEDI promueve la formación de ingenieros capaces de abordar problemas de manera integral, considerando aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales en la toma de decisiones. Además, este modelo plantea la necesidad de incluir prácticas profesionales y proyectos integradores a lo largo de la carrera, permitiendo a los

estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones reales y desarrollar un vínculo temprano con el entorno laboral. En conjunto, estos cambios, buscan mejorar la empleabilidad de los graduados de ingeniería en Argentina y además, a modo global, contribuir al desarrollo industrial y tecnológico del país, haciendo de la ingeniería un pilar para la innovación y el crecimiento sustentable.

La implementación de este modelo de competencias en ingeniería implica cambios en la estructura de enseñanza y, de manera especial, en los métodos con los que se evalúa el aprendizaje. La evaluación deja de orientarse a la simple medición de los conocimientos adquiridos, sino que contempla, además, la aplicación efectiva de estos saberes en escenarios realistas. Este cambio implica que las universidades deban diseñar currículos que integren experiencias de aprendizaje activo, como trabajos colaborativos, proyectos interdisciplinarios, y prácticas en entornos profesionales. La personalización del aprendizaje y el uso de herramientas tecnológicas también cobran relevancia en el proceso formativo, permitiendo a cada estudiante poseer una mayor autonomía e incluso explorar intereses específicos dentro de su campo de estudio. La evaluación empleada como herramienta formativa, más allá de ser un recurso para medir el rendimiento, fomenta el aprendizaje activo y el desarrollo de capacidades, que son esenciales en el ámbito de la ingeniería.

Según la perspectiva tradicional, conocida como la evaluación desde la racionalidad técnica, el conocimiento puede medirse a través de pruebas memorísticas como exámenes y cuestionarios, cuyo objetivo es controlar y comprobar el rendimiento de los estudiantes en relación con la enseñanza impartida. Este enfoque busca generar un proceso adaptativo, enfocado en la repetición de conocimientos sin permitir su reformulación. Sin embargo, la evaluación puede adquirir un sentido alternativo, centrado en una interacción más comunicativa y personal entre docentes y estudiantes, utilizando instrumentos diversos que fomenten actividades cognitivas complejas. En este enfoque, la disciplina y el contenido se convierten en medios para construir conocimiento a través de representaciones novedosas y procesos de resignificación compartidos entre docentes y estudiantes (Demuth et al., 2020).

La evaluación concebida como un proceso puede abordarse en tres etapas, la recopilación de información a través de un instrumento u observación, lo que implica una fase diagnóstica que ayuda a determinar la situación académica de cada estudiante. Luego se tiene un segundo momento, como evaluación formativa, que tiene por objetivo adaptar los procesos didácticos a los progresos y necesidades de aprendizaje que se observan en los alumnos como producto del análisis de la información y un último momento a considerar, con un carácter sumativo, cuyo fin es establecer un balance de los resultados obtenidos al término de un ciclo, para establecer juicios sobre los resultados y, la toma de decisiones respecto a los juicios que se emiten (García Retana, 2011).

En la práctica, los métodos de evaluación por competencias abarcan desde rúbricas y listas de cotejo hasta proyectos integradores a modo portafolio y trabajos en equipo que simulan situaciones reales. Estas evaluaciones permiten identificar el nivel de desarrollo de las competencias adquiridas y ajustar los métodos pedagógicos para mejorar continuamente el proceso educativo.

ANTECEDENTES

Siguiendo a Huerta (2014), las competencias implican la integración de distintos saberes (conceptuales, procedimentales y actitudinales), para un desempeño idóneo y ético frente a desafíos complejos, buscando el desarrollo económico empresarial sostenible y fomentando el cuidado y protección del medio ambiente y la vida.

El aprendizaje basado en competencias consiste en desarrollar las competencias genéricas o transversales (instrumentales, interpersonales y sistémicas) necesarias y las competencias específicas (propias de cada profesión), con el propósito de formar a las personas sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándose con sus propias actitudes y valores en un modo propio de actuar desde el punto de vista personal y profesional (Villa y Poblete, 2007).

La evaluación es una forma de constatar los resultados en materia de aprendizaje en los estudiantes a partir de verificar el logro de las competencias establecidas previamente al proceso de enseñanza y aprendizaje. Toda evaluación es un parámetro que permite continuar o hacer una pausa para realimentar la enseñanza y los aprendizajes, a fin de lograr las competencias necesarias en los estudiantes. Según García Acosta y García González (2022), la evaluación por competencias facilita a los estudiantes generar entornos significativos de aprendizaje que acercan sus experiencias académicas al mundo profesional, permitiendo la formación de capacidades integradas y orientadas a la acción, con el objetivo de ser capaces de resolver problemas prácticos del contexto.

Este trabajo se circunscribe a la presentación de una propuesta innovadora para la evaluación por competencias dentro de la asignatura Análisis de Menas de la carrera de Ingeniería de Minas, el principal antecedente respecto de la evaluación por competencias en una carrera de ingeniería en el ámbito de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, es el trabajo de Flores (2019), donde se realiza el diseño de una propuesta de innovación educativa que contempla, en primer lugar, el establecimiento de las competencias específicas a desarrollar en el curso y la articulación entre las competencias y actividades curriculares abordadas. En base a esto, se diseñan estrategias e instrumentos

de evaluación tales como la formulación de protocolos para la retroalimentación y las rúbricas y escalas de valoración respectivamente, y finalmente se implementa la propuesta a modo de prueba piloto.

Dentro de las asignaturas relacionadas a la ingeniería de minas, no se encuentran trabajos de evaluación por competencias, sin embargo, sí existen publicaciones alusivas a la evaluación por competencias en asignaturas relacionadas a Análisis de Menas, desde el punto de vista de las prácticas en laboratorios de química analítica.

En el trabajo de Robein et al. (2015), se realiza una propuesta de innovación educativa de aprendizaje basado en problemas dentro del campo disciplinar de la química analítica en la asignatura Prácticas de Laboratorio de la carrera Licenciatura en Química de la Universidad Nacional del Sur, donde las estrategias de evaluación se plantean desde el enfoque de enseñanza por competencias, contextualizando el desempeño de los estudiantes en función del problema propuesto por el plantel docente. Se tienen en cuenta criterios de evaluación como la habilidad para planificar y manipular elementos en el trabajo en laboratorio químico, capacidad para realizar revisiones bibliográficas críticas, creatividad, administración del tiempo, expresión oral en una exposición y expresión escrita en un informe de laboratorio final.

Tortajada y Noguera (2013) plantean una propuesta de innovación educativa aplicada a la asignatura Química General de la carrera Ingeniería Alimentaria de la Universidad Politécnica de Valencia, donde la evaluación de las prácticas se realiza a través de rúbricas, y los criterios de evaluación se diferenciaron en tres bloques, actitudes, procedimientos de laboratorio y seguridad y medio ambiente. Los indicadores de calidad de cada uno de los bloques se evaluaron durante las prácticas, encontrando algunas limitaciones, dada la ardua tarea de evaluar múltiples aspectos en simultáneo en grupos de alumnos en un tiempo limitado. Es así que surge del trabajo la necesidad de reducir la cantidad de criterios de evaluación sin generalizar demasiado los indicadores o eliminar aspectos fundamentales. Por otro lado, se propone aleatorizar a los estudiantes a evaluar, disminuyendo así el número de anotaciones, lo que afectará a la información que se tiene de cada estudiante, sobre todo en el aspecto formativo de la misma. Además, se propone el uso de coevaluaciones y autoevaluaciones para complementar y optimizar el proceso formativo.

La evaluación en laboratorio de química analítica mediante rúbricas también se propone en Vera López et al. (2018), en las prácticas de Química Analítica de la Universidad de Alcalá, en España, en este caso la evaluación procesual se lleva adelante empleando informes diarios de prácticas donde se apuntan los puntos fuertes y débiles de cada estudiante durante las experiencias, pudiéndose acompañar los mismos con fotos. Estos informes son entregados a

cada estudiante una vez terminada la clase de laboratorio. Posteriormente se tiene una evaluación sumativa de carácter teórico práctica donde se emplean las rúbricas como instrumento, con criterios de evaluación relacionados al trabajo experimental como organización y utilización de elementos de laboratorio, normas de seguridad y gestión del tiempo.

Un enfoque metodológico distinto se propone en Rodríguez y Méndez de Carrera (2020), donde los estudiantes de Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela, deben realizar las prácticas habituales de laboratorio durante el ciclo lectivo, una vez concluidas se les solicita la búsqueda en internet de vídeos de prácticas de laboratorio para la elaboración de un informe escrito y exposición oral sobre el tema elegido. Las competencias a evaluar en esta práctica virtual son el “aprender a aprender con calidad” y “aprender a interactuar en el contexto global”. Se emplean dos instrumentos de evaluación diferentes, uno para el informe escrito, del tipo escala de valoración, donde los criterios se orientan a cuestiones formales del informe y a la demostración del manejo de conceptos, cálculos y razonamientos válidos. Para la exposición oral se emplea la rúbrica, donde se evalúa la comprensión del tema y los experimentos realizados, además de los apoyos utilizados en la presentación.

En el trabajo de Padín y Porro (2017), se plantea la necesidad de instrumentos para la evaluación de destrezas manuales y actitudes sociales dentro de un laboratorio, surgidos de una encuesta realizada a docentes del área de química de la Universidad Nacional de Quilmes. Se encuentra que las evaluaciones a modo de parcialitos (previos a la clase práctica) y las entregas de informes (posteriores al laboratorio) son las principales actividades evaluativas para las prácticas de laboratorio pero, sin embargo, hay un consenso entre los docentes de que éstas son insuficientes para promover competencias más allá de la simple comprensión conceptual o la gestión de la información. Se requiere de un instrumento integrador que evalúe también las destrezas y la integración de conocimientos en actividades prácticas.

Viera et al. (2017), hace hincapié en la baja potencialidad de las guías de laboratorio en los cursos universitarios para la promoción de competencias. Se propone el reemplazo de estas guías por el desarrollo de un plan de laboratorio por parte de los estudiantes, previa formación teórico-práctica en clases preparatorias. Se busca promover la organización y toma de decisiones, los procedimientos y actitudes investigativas y la comprensión conceptual. Se evalúan los planes de trabajo, el desarrollo práctico del plan y la presentación del informe correspondiente. Sin embargo, los instrumentos de evaluación empleados no se describen.

Una propuesta de innovación educativa orientada al enfoque por competencias en el laboratorio de química se describe en Blázquez Ruiz et al. (2018), donde se compara la evaluación tradicional que consiste en la redacción de informes de laboratorio y cuestionarios de preguntas abiertas, con el empleo de rúbricas para la evaluación capacidades, como la de resolución de ejercicios, el aprendizaje autónomo, manejo de instrumental, capacidad para interpretar información química, habilidad para llevar a cabo procedimientos estándar, entre otras. Posteriormente se realiza el estudio estadístico comparativo entre los resultados obtenidos por los estudiantes empleando ambos tipos de evaluación, encontrando una fuerte correlación entre ambas, demostrando que implícitamente el sistema tradicional recoge las competencias adquiridas por los estudiantes, sin embargo, al no encontrarse una discriminación entre las distintas capacidades en el sistema tradicional, se hace difícil la identificación de los puntos fuertes y débiles de cada estudiante en el laboratorio.

INNOVACIÓN EDUCATIVA

La innovación educativa es un conjunto de ideas, procesos y estrategias mediante las cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes. La innovación educativa no es una actividad puntual sino un proceso permanente (Pacheco y Herrera, 2015).

En el ámbito educativo la innovación es considerada como una estrategia para avanzar en el logro de los fines institucionales y penetrar en todos los ámbitos, proceso y espacio educativo (una institución, un departamento, un aula, un cuerpo académico), creando las condiciones para desarrollar una nueva cultura (Macanchí Pico et al., 2020).

Es posible hacer una distinción entre la *innovación institucional*, relacionada con prácticas políticas y administrativas de las instituciones, la *innovación curricular*, como la construcción de estrategias de recolección de información, para la formulación de diagnósticos y evaluaciones curriculares o la definición de modelos y enfoques para la estructuración curricular. Y finalmente, se tiene a la *innovación didáctica*, que se relaciona con la planeación e intervención didáctica y la evaluación de los aprendizajes (Barraza Macías, 2013).

Macanchí Pico et al. (2020) en cambio, distingue entre innovación educativa, pedagógica y didáctica, según el nivel de intervención de los cambios. La *innovación educativa* abarca un conjunto de acciones orientadas a generar transformaciones en las instituciones educativas, promoviendo una mejora en las condiciones generales de las prácticas formativas. Por su parte, la *innovación pedagógica* está vinculada a cambios en los modelos de relaciones e

infraestructuras que sustentan las actividades de enseñanza y aprendizaje. En contraste, la *innovación didáctica* se enfoca en modificaciones dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, incluyendo aspectos como los contenidos curriculares, los métodos, los procedimientos y las técnicas de evaluación. El presente trabajo contempla una propuesta de innovación didáctica, orientada principalmente a la evaluación de competencias en un laboratorio de química de la carrera de grado de ingeniería de minas.

Innovación didáctica

La innovación didáctica es aquella que busca mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la implementación de estrategias, métodos, recursos o tecnologías novedosas. Su objetivo es optimizar la interacción entre estudiantes, docentes y contenidos, promoviendo aprendizajes más significativos y contextualizados, además de habilidades y actitudes valiosas en la formación del estudiante. Siguiendo a Pacheco y Herrera (2015), para que un proyecto educativo sea innovador es necesario que este sea:

Original: que se refiera a formas creativas de resolver las situaciones que se presentan.

Específico: requiere de una solución adecuada para una situación puntual.

Autónomo: dado que debe resolverse con recursos disponibles, o con aquellos que se puedan conseguir.

Investigativa: para buscar soluciones se utiliza la consulta y recolección de nuevas informaciones.

Participativa: ya que se involucran todos los actores educativos desde la fase de diseño.

Las mismas autoras, distinguen las distintas fases de un proyecto educativo innovador:

- Fase inicial: consiste en la identificación del tema. Se debe definir la temática a desarrollar, es importante identificar alguna situación o problemática y vincularla con las necesidades de aprendizaje que se quieren reforzar o desarrollar.
- Fase de formulación: consiste en el proceso de darle forma al proyecto innovador, para ello son necesarios varios elementos, entre los que se destacan los objetivos, las actividades, el tiempo de duración, la descripción del proyecto, el contenido, los recursos, las fuentes de información y los resultados esperados.
- Fase de ejecución: se lleva a la práctica la innovación, siempre atento a si todas las actividades están contribuyendo a los objetivos planteados inicialmente y actuar con creatividad para hacer ajustes si es necesario.

- Fase de evaluación: es la fase final, donde se revisa el desarrollo y los resultados del proyecto innovador. Es necesario evaluar si se cumplieron los objetivos y cuáles acciones serían convenientes para continuar impulsando próximas experiencias.

Competencias

Ser “competente” puede poseer distintas acepciones en los ámbitos sociales y laborales, Andrade y Hernández (2010) distinguen:

Competencia como autoridad: se refiere al poder de mando dentro de un cargo.

Competencia como capacitación: se refiere al grado en el cual las personas están preparadas para determinados oficios.

Competencia como función laboral: se refiere a las responsabilidades y actividades que debe desempeñar una persona en un determinado cargo.

Competencia como idoneidad: se refiere al calificativo de apto o no apto respecto del desempeño en un puesto laboral.

Competencia como competición: se refiere a la lucha de los empleados por sobresalir y buscar posibilidades de ascenso o mejoras laborales.

Competencia como actividad deportiva: se refiere a eventos deportivos.

Gonczi & Athanasou (2008) citados en Andrade y Hernández (2010), definen a las competencias como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño en situaciones específicas, que combinan aspectos tales como actitudes, valores, conocimientos y habilidades con las actividades a desempeñar.

Una de las definiciones más ampliamente difundidas de competencias es la de Tobón (2005) citado en Andrade y Hernández (2010):

Desde el enfoque epistemológico del pensamiento complejo, las competencias son pensadas como procesos que construyen, reconstruyen y afianzan las personas con el fin de comprender, analizar y resolver diferentes tareas y problemas de los entornos laborales, con conciencia reflexiva, autonomía y creatividad, buscando el crecimiento de la productividad de la organización desde la propia autorrealización personal, empleando de forma racional los recursos ambientales disponibles y teniendo en cuenta la complejidad e incertidumbre de la situación. Esta definición resalta el carácter complejo de las competencias, trascendiéndose su definición como saber hacer. (p.2)

Siguiendo estas definiciones y acepciones respecto de las competencias, es posible extraer los componentes de una competencia (Tacca Huamán, 2011):

- Conocimientos.
- Capacidades cognitivas.
- Destrezas y habilidades.
- Valores y actitudes.
- Motivación.
- Desempeño de funciones y/o tareas profesionales.
- Condición de realización.

ENFOQUE PEDAGÓGICO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

El enfoque pedagógico basado en competencias pretende que los estudiantes adquieran conocimientos, desarrollen habilidades y actitudes valiosas para el desempeño profesional. En el contexto de las carreras de ingeniería, busca planificar y promover actividades que desarrollen estos distintos componentes en los estudiantes. Las experiencias educativas en este enfoque, combinan el conocimiento teórico con el práctico, orientados a la resolución de situaciones contextualizadas del ámbito laboral, la elaboración de soluciones e innovaciones pensando creativa y críticamente, el desarrollo de habilidades interpersonales y de liderazgo, el manejo de herramientas propias de las disciplinas tecnológicas y la autonomía para la formación constante, entre otros aspectos.

El CONFEDI, es el organismo que aborda la formación por competencias en las carreras de ingeniería del país. El primer documento surgido al respecto es el denominado “Declaración de Valparaíso” en 2014, donde se establecieron entre otras, las competencias genéricas de egreso del ingeniero iberoamericano, distinguiendo entre competencias tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales. Estas competencias son (CONFEDI, 2014):

Competencias tecnológicas

1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
3. Competencia para gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Competencias sociales, políticas y actitudinales

6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Competencia para comunicarse con efectividad.
8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.
10. Competencia para actuar con espíritu emprendedor.

Posteriormente, CONFEDI publica el denominado “Libro Rojo”, “Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería de la República Argentina”, donde para las carreras de ingeniería dictadas en el país, enumera las competencias específicas de cada título, relacionadas a su vez con las actividades reservadas y los descriptores de conocimiento. Para ingeniería de minas siguiendo a CONFEDI (2018) se tiene Cuadro 1:

Cuadro 1. Actividades reservadas, competencias específicas y descriptores de conocimiento para la carrera Ingeniería de Minas

Actividad Reservada	Competencia Específica	Descriptores de Conocimiento
1. Diseñar, calcular y proyectar la exploración y explotación de yacimientos minerales, plantas de beneficios de dichas materias, movimiento de rocas en operaciones mineras.	1.1. Diseñar, calcular, evaluar, gerenciar y planificar las etapas de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles.	Tecnologías Aplicadas Exploración Explotación Procesamiento de minerales Tecnologías Básicas Estática y Resistencia de Materiales Electrotecnia Físicoquímica)Geología Mecánica Aplicada Mecánica de Rocas Mineralogía Química Analítica Software de aplicación minera Topografía Ciencias y Tecnologías Complementarias Ciencias sociales y humanidades Economía Ética y Legislación Formulación y evaluación de proyectos Gestión Ambiental Higiene y Seguridad Organización Industrial CIencias Básicas de la Ingeniería Física: Calor, Electricidad, Electromagnetismo, Magnetismo, Mecánica y Óptica. Informática: Fundamentos de programación. Matemática: Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral, Cálculo y Análisis Numérico, Ecuaciones diferenciales, Geometría analítica y Probabilidad y estadística. Química: Fundamentos de Química
2. Realizar trabajos topográficos y geotécnicos necesarios para lo mencionado anteriormente.	2.1. Realizar y supervisar trabajos topográficos y geotécnicos necesarios para lo mencionado anteriormente.	
3. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo mencionado anteriormente.	3.1. Proyectar, dirigir, supervisar, gerenciar y controlar la construcción, operación y mantenimiento de las obras, etapas o trabajos de lo mencionado anteriormente, cubriendo aspectos de ingeniería legal, económica y financiera.	
4. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.	4.1. Certificar las condiciones o estado de las operaciones, obras y trabajos descriptos anteriormente, cubriendo aspectos de ingeniería legal, económica y financiera.	
5. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad y control del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.	5.1. Proyectar, planificar, evaluar, ejecutar y dirigir lo referido a la policía minera, salud ocupacional, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.	

Fuente: CONFEDI (2018)

Según Villa y Poblete (2007), el aprendizaje basado en competencias, consiste en desarrollar las competencias genéricas o transversales (instrumentales, interpersonales y sistémicas) necesarias y las competencias específicas (propias de cada profesión), con el propósito de formar a las personas sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándose con sus propias

actitudes y valores en un modo propio de actuar desde el punto de vista personal y profesional.

Cólas et al. (2019) citado por Riera Bravo et al. (2023) indica algunos de los factores clave a considerar al implementar el enfoque por competencias:

- Definir las competencias: es importante definir claramente las competencias que se desean desarrollar en los estudiantes. Esto puede hacerse en colaboración con los educadores, los empleadores y los estudiantes mismos.
- Desarrollar actividades prácticas: es importante desarrollar actividades prácticas que permitan a los estudiantes aplicar las habilidades y conocimientos que han aprendido en situaciones de la vida real. Esto puede incluir proyectos, pasantías y trabajos en equipo.
- Desarrollar evaluaciones auténticas: es importante desarrollar evaluaciones auténticas que midan el desarrollo de habilidades y conocimientos prácticos en situaciones de la vida real. Esto puede incluir evaluaciones basadas en proyectos y trabajos prácticos.
- Proporcionar retroalimentación formativa: es importante proporcionar retroalimentación formativa a los estudiantes para ayudarlos a mejorar su desempeño y desarrollar habilidades y conocimientos prácticos. Esto puede incluir comentarios de los educadores, los empleadores y otros estudiantes.
- Evaluar y ajustar continuamente: es importante evaluar y ajustar continuamente el programa de enseñanza para garantizar que esté cumpliendo con los objetivos de desarrollo de competencias. Esto puede incluir encuestas de satisfacción de los estudiantes y la retroalimentación de los empleadores.

Este enfoque requiere de un gran compromiso del cuerpo docente, dado que necesita crear espacios lo más realistas posibles respecto de la práctica del futuro profesional, dentro de aula, laboratorios y en salidas de campo. Es crucial llevar a cabo transformaciones en los componentes del proceso educativo, abordar la revisión y ajuste de las modalidades, métodos y sistemas de evaluación constituye un desafío que se debe afrontar. Esto implica que, una vez delineadas las competencias que el estudiante debe desarrollar en relación con los contenidos específicos, se hace imprescindible definir las actividades y experiencias que se llevarán a cabo para alcanzar dichas competencias como resultado tangible de su proceso de aprendizaje.

Metodologías didácticas para la formación por competencias

De manera general, se entiende a la metodología didáctica como la “forma en la que se enseña”, con mayor rigurosidad conceptual, se la puede definir como

las estrategias de enseñanza con base científica que el/la docente propone en su aula para que los/las estudiantes adquieran determinados aprendizajes (Forteza Bagán, 2019).

Fernández, A. citado en Forteza Bagán (2019), propone una clasificación entre metodologías (Cuadro 2) basada en criterios como niveles de los objetivos cognitivos, capacidad para propiciar aprendizaje autónomo, grado de control ejercido por el estudiante, número de estudiantes que se puede abarcar y número de horas de preparación, encuentros con estudiantes y correcciones.

Cuadro 2. Criterios para seleccionar metodologías.

Criterios de selección	Métodos de enseñanza							
	Exposiciones (Lección)		Discusiones o trabajo en grupo			Aprendizaje individual		
	Formales	Informales	Seminario	Estudio de caso	Enseñanza por pares (Proy, ABP, Ap. Coop.)	Dirección de estudios	Trabajo individual autónomo	
Niveles de los objetivos cognitivos	INFERIOR (conocer y aplicar)	INFERIOR (conocer y aplicar)	SUPERIOR (analizar y evaluar)	SUPERIOR (analizar y evaluar)	SUPERIOR (analizar y evaluar)	SUPERIOR (analizar y evaluar)	SUPERIOR (analizar y evaluar)	
Capacidad para propiciar un aprendizaje autónomo y continuado	DÉBIL	DÉBIL	MEDIANO	MEDIANO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO	
Grado de control ejercido por el estudiante	DÉBIL	DÉBIL	MEDIANO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO	ELEVADO	
Número de estudiantes que se puede abarcar	GRANDE (>30)	GRANDE (>30)	MEDIO (15-30)	MEDIO (15-30)	MEDIO (15-30)	PEQUEÑO (1-15)	GRANDE (>30)	
Número de horas de preparación, encuentros con estudiantes y correcciones	MEDIO	MEDIO	PEQUEÑO	MEDIO	GRANDE	GRANDE	GRANDE	

Fuente: Fernández A, citado en Forteza Bagán (2019)

De Miguel, M. citado por Forteza Bagán (2019), propone la clasificación de metodologías según la modalidad organizativa (Cuadro 3), en clases presenciales teóricas, seminarios, clases prácticas, externas o tutorías, y el estudio y trabajo grupal o individual no presencial.

Cuadro 3. Metodologías para formar por competencias por modalidad organizativa.

Modalidad Organizativa		Objetivo	Metodología
Presencial	Clase teórica	Hablar a los estudiantes	Lección magistral
	Seminario-Taller	Construir conocimiento con la interacción y la actividad	Estudio de casos y resolución de problemas
	Clases prácticas	Mostrar como actuar	Resolución de problemas y ABP
	Prácticas externas	Lograr aprendizajes profesionales en contextos laborales	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
	Tutoría	Atención personalizada	Aprendizaje por proyectos y Contrato de aprendizaje
No Presencial	Estudio y Trabajo en grupo	Que aprendan entre ellos	Aprendizaje cooperativo y ABP
	Estudio y Trabajo individual	Desarrollar capacidad de autoaprendizaje	Aprendizaje por proyectos y Contrato de aprendizaje

Fuente: De Miguel, M citado en Fortea Bagán (2019)

Fortea Bagán (2019) clasifica las metodologías didácticas empleadas en la formación por competencias según la finalidad, tal como se muestra en el Cuadro 4:

Cuadro 4. Metodologías para formar por competencias.

Método	Descripción	Finalidad
Lección magistral	Método expositivo que consiste en la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida. Centrado fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio.	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante.
Resolución de ejercicios y problemas	Situaciones donde el alumno debe desarrollar e interpretar soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas, o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente. Se suele usar como complemento a la lección magistral.	Ejercitarse, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos.
Aprendizaje Basado en Problemas	Método de enseñanza y aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante en grupos de trabajo ha de abordar de forma ordenada y coordinada las fases que implican la resolución o desarrollo del trabajo en torno al problema o situación.	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas.
Estudio de Casos	Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo, y en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados.
Aprendizaje por Proyectos	Método de enseñanza y aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos.
Aprendizaje Colaborativo	Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales.	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa.
Contrato Didáctico o de Aprendizaje	Alumno y profesor de forma explícita intercambian opiniones, cedenasidades, proyectos y deciden en colaboración como llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje y lo reflejan oralmente o por escrito. El profesor ofertan las actividades de aprendizaje, resultados y criterios de evaluación; y negocia con el alumno su plan de aprendizaje.	Desarrollar el aprendizaje autónomo.
Seminario Clásico	Encuentros semanales de unos pocos estudiantes (10 ó 15) y un profesor que actúa como experto y animador.	
Aprendizaje a través del Aula Virtual	Situación de enseñanza y aprendizaje en las que se usa un ordenador con conexión a la red como sistema de comunicación entre profesor-alumno y se desarrolla un plan de actividades formativas integradas dentro del currículo. Existen múltiples "entornos" ya diseñados no solo para "colgar información", sino para facilitar el "aprendizaje constructivo" por parte del estudiante.	

Fuente: Fortea Bagán (2019)

EVALUACIÓN EDUCATIVA

La evaluación es el proceso mediante el cual se recopilan evidencias para emitir un juicio en base a ellas, teniendo en cuenta criterios preestablecidos para tomar decisiones pedagógicas, y finalmente dar una retroalimentación al estudiante para mejorar su idoneidad (Herrera Collins et al. 2010).

Steiman (2012), define a la evaluación como el proceso que, a partir del conocimiento y comprensión de cierta información, permite emitir un juicio de valor acerca de un aspecto de la realidad, teniendo en cuenta las particularidades

del contexto y que, a su vez, posibilita la toma de decisiones, mientras que exige argumentar las justificaciones del juicio de valor realizado desde el diálogo.

Anijovich y González (2011) distinguen entre la evaluación del aprendizaje, la evaluación para el aprendizaje y la evaluación como aprendizaje.

La evaluación del aprendizaje es la evaluación sumativa, aquella donde los estudiantes demuestran si alcanzaron los estándares establecidos. Esta evaluación permite certificar y reportar cuánto se aprendió. Los estudiantes obtienen un puntaje como resultado.

La evaluación para el aprendizaje es la que está relacionada con la evaluación formativa, ofrece información a los docentes sobre los aprendizajes de los estudiantes, que le permiten tomar decisiones respecto de las prácticas de enseñanza. Además, brinda retroalimentaciones para que los estudiantes mejoren sus procesos de adquisición de conocimientos.

La evaluación como aprendizaje es aquella que también se vincula con la formativa, pero enfatiza en el uso de la evaluación como un proceso de desarrollo y metacognición de los estudiantes. Se centra en el rol del estudiante como eje articulador entre la evaluación y el aprendizaje. Los estudiantes emplean la información, la relacionan con conocimientos previos y la utilizan para su nuevo aprendizaje. Los docentes la emplean para que los estudiantes practiquen y reflexionen sobre su propio aprendizaje.

Según Hincapié y Clemenza de Araujo (2022), la evaluación formativa posibilita un proceso de doble retroalimentación, por un lado, guía en el estudiante su ambiente formativo respecto en las etapas de iniciación y culminación, desde un proceso de aprendizaje determinado y, por otra parte, indica al docente cómo se desarrolla este, exponiéndose los logros y dificultades de lo que aprenden para que sean significativos.

Siguiendo a Anijovich y Cappelletti (2017) la evaluación es tomada como una oportunidad, cuyo propósito es que los estudiantes pongan en juego sus saberes visibilicen sus logros y aprendan a reconocer sus fortalezas y debilidades como estudiantes. La retroalimentación toma protagonismo en el centro de la escena evaluativa, deja de ser un simple señalamiento de errores y correcciones para convertirse en un proceso dialógico y reflexivo. Los protocolos de retroalimentación son instrumentos que ayudan a la estructuración de los intercambios y conversaciones, además promueve la comprensión de los temas trabajados y pone en juego estrategias metacognitivas.

De esta manera, la evaluación se convierte en una herramienta pedagógica muy útil, en función de la consecución de los objetivos de aprendizaje. A la hora de implementar evaluaciones se necesitará dejar en claro el carácter de la

misma, si está pensada para la demostración de saberes y cualidades o para recabar información para la mejora de los métodos de enseñanza del docente y de aprendizaje del estudiante.

Tipos de evaluación

De acuerdo a lo visto anteriormente, existen diversas maneras de clasificar a los tipos de evaluación, según las características y propósitos particulares, Lencina y Flores (2022) distinguen:

Evaluación según su Funcionalidad o Función

La función de la evaluación se puede clasificar como:

Diagnóstica: proporciona información acerca de los conocimientos y las habilidades previas del estudiante.

Formativa: el objetivo es ofrecer orientaciones y sugerencias a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje para mejorarlo, lo cual permite llevar a cabo ajustes y adaptaciones de manera progresiva durante el curso.

Sumativa: se centra en los resultados del aprendizaje; se orienta a verificar el cumplimiento de los objetivos y estándares previamente determinados en el programa, y permite emitir un juicio de acreditación académica.

Evaluación según el momento

Inicial: Se lleva a cabo al comenzar cada situación de aprendizaje, al terminar el proceso se pueden contrastar los resultados con la situación inicial para determinar los avances y lo que es necesario mejorar.

Continua o procesual: se valora al aprendizaje de los estudiantes a partir de la recogida y sistematización continua de información.

Final: se lleva a cabo al finalizar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Evaluación según el agente evaluador

Autoevaluación: la realiza el propio estudiante acerca de sus producciones y su proceso de aprendizaje. Para este tipo de evaluación el estudiante debe ser realista, amable consigo mismo, honesto, crítico y adoptar una actitud positiva ante los fallos.

Heteroevaluación: es realizada por el docente sobre de las producciones de un estudiante, es fundamental la retroalimentación para contribuir al mejoramiento de los aprendizajes.

Coevaluación: es realizada entre pares estudiantes acerca de alguna producción o evidencia de desempeño determinada. De esta forma aprenden a valorar los procesos y actuaciones de sus compañeros con la responsabilidad que esto conlleva.

Evaluación por competencias

La evaluación de competencias requiere obtener información de todos los aspectos que las conforman, los cognitivos (saber), técnicos (saber hacer) y metacognitivos (saber por qué lo hace). La evidencia de conocimiento se refiere a los conocimientos teóricos que el estudiante debe dominar y las evidencias de desempeño (destrezas y habilidades) son los rasgos que demuestran que el estudiante logró el desempeño esperado. En la evaluación por competencias también se debe evaluar la actitud, es decir, de qué modo hizo las cosas el estudiante (Morales López et al., 2020).

Entonces es posible afirmar, que en el enfoque por competencias la evaluación se centra en valorar el desarrollo integral de conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes contextualizados en el ámbito profesional, con énfasis en su capacidad para aplicar lo aprendido de manera efectiva. El enfoque por competencias prioriza la observación de evidencias claras de desempeño, considerando criterios previamente definidos que reflejen los resultados de aprendizaje esperados.

Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje describen lo que se espera que sepan los estudiantes y sean capaces de hacer al final de un cierto período de aprendizaje (Ciclo, módulo, unidad, etc.) o cuando se gradúan. Se relaciona con las habilidades, conocimientos y conductas que los estudiantes adquieren a medida que avanzan en su carrera (CONFEDI, 2017).

Neil (2024) expone las principales razones por las que en los espacios curriculares se consideran a los resultados de aprendizaje en lugar de las competencias de egreso:

Progresión gradual: las competencias de egreso se desarrollan de manera gradual y progresiva a lo largo del plan de estudios y se desglosan en componentes más simples y específicos, los resultados de aprendizaje, que pueden abordarse de manera más efectiva en cada etapa del proceso educativo.

Planificación integral: los resultados de aprendizaje permiten establecer objetivos específicos y medibles que guíen el proceso de desarrollo de competencias de manera organizada y coherente en el marco de un espacio curricular.

Descomposición: los resultados de aprendizaje están directamente vinculados a los espacios curriculares. Descomponer las competencias en resultados de aprendizaje asociados a cada espacio curricular facilita su integración en el plan de estudios y asegura que cada uno de ellos contribuya al desarrollo global de las competencias requeridas.

Criterios de evaluación y niveles de logro

Los criterios de evaluación constituyen la base para guiar la valoración del aprendizaje, ofreciendo a los estudiantes una comprensión clara de los aspectos esenciales del objeto de estudio. Permiten descomponer temas complejos en más simples que representan diferentes perspectivas.

En la descomposición del objeto de estudio en criterios de evaluación es importante que su número no sea excesivo para poder mantener la claridad y evitar la complejidad y, además, que sean comprensibles para los estudiantes sin necesidad de explicaciones adicionales (Neil, 2024).

Los niveles de logro permiten establecer cómo se valorará el objeto de estudio respecto de cada criterio de evaluación, se expresan de manera gradual, abarcando desde un nivel óptimo hasta un nivel mínimo.

Técnicas e instrumentos de evaluación por competencias

Las técnicas de evaluación son estrategias que los docentes utilizan para recolectar información sobre el aprendizaje de los estudiantes. Estas técnicas se enfocan en cómo se recoge, organiza y analiza la información obtenida, permitiendo evaluar el progreso, el nivel de conocimientos y habilidades desarrolladas.

Según Rodríguez et al. (2019), las estrategias de evaluación de aprendizajes, deben ser intencionadas y planificadas por los docentes, con un carácter integral debe provocar acciones consientes, consecuentes y sistemáticas de un trabajo metódico, dirigido al fortalecimiento de competencias mediante ambientes formativos que interrelacionen la teoría con la práctica y la interacción con el estudiante, que permite desarrollar múltiples capacidades cognitivas, socioemocionales e investigativas que contribuyen a la formación integral.

Siguiendo a Morales López et al. (2020), la observación directa es la técnica de evaluación más utilizada para evaluar las competencias. Estos procedimientos se basan en la observación directa de las actividades que realizan los alumnos y el uso de instrumentos que permitan hacer objetivas estas observaciones. La ventaja de los procedimientos de observación es que

permiten medir objetivos muy específicos, tareas muy concretas y por lo tanto, fáciles de comprobar, lo que permite verificar que se han adquirido los contenidos, se saben realizar los procedimientos y se han desarrollado las actitudes. Sus limitaciones consisten en que requieren de tiempo para su elaboración y se puede caer en subjetividades si se tiene un evaluador poco experimentado. Además, puede ser difícil concentrarse únicamente en lo observado y dejar de lado el contexto.

Los instrumentos de evaluación son herramientas para recolectar información sobre el aprendizaje, habilidades, actitudes o desempeño de los estudiantes. Su propósito es analizar, medir y valorar aspectos específicos relacionados con los objetivos educativos y el logro de competencias.

De los muchos instrumentos que pueden utilizarse para evaluar tanto las capacidades como las competencias, se encuentran algunos que por sus características pueden ser relativamente fáciles de elaborar, tomando en cuenta todas las recomendaciones que se hacen a cada uno de ellos en cuanto a la aplicación pueden resultar de gran utilidad.

La evaluación del desempeño utiliza diversos instrumentos de evaluación que permiten hacer objetivas las observaciones, entre los que destacan la lista de cotejo, la lista de apreciación y la rúbrica. Los criterios que se utilizan en este tipo de evaluación facilitan determinar los puntos fuertes y débiles de las competencias. Cada uno de los instrumentos tiene características específicas, sin embargo, comparten las siguientes (Morales López et al., 2020):

- Tener un propósito claro de qué se pretende evaluar y qué decisiones se tomarán con la información obtenida. Debe definirse si será utilizada para una evaluación sumativa o formativa.
- Identificar los aspectos observables para juzgar el desempeño del alumno o la calidad del producto.
- Crear un ambiente propicio para obtener y juzgar el desempeño o el producto.
- Emitir un juicio o calificación que describa el desempeño de la calidad del producto.

Las rúbricas son instrumentos de evaluación que permiten al docente identificar los diferentes componentes que forman parte de la competencia y asignar, para cada componente, diferentes criterios de evaluación a partir de los cuales se considerará que el alumnado ha alcanzado o no la competencia específica.

Los criterios de evaluación se agrupan en pautas de observación, que permiten establecer o especificar el grado de calidad que se pretende que

adquiera el estudiante para alcanzar una competencia. Para su elaboración, es aconsejable partir del nivel máximo o excelente de consecución que se espera del estudiante y, a continuación, definir el grado mínimo de adquisición. Finalmente, se definen los niveles intermedios, teniendo presente que cuanto mayor sea la graduación, más dificultades se encontrará a la hora de establecer las adquisiciones propias de cada nivel. Algunas de las ventajas que presentan las rúbricas, según Blanco, citado por Martínez Martínez (2009), son:

- Permiten que el alumnado sea consciente de lo que se espera que alcance. Por lo tanto, si conoce los criterios de calidad, es más fácil que lo haga mejor.
- Permiten la objetividad en el proceso de evaluación, lo cual es muy útil cuando hay más de un docente.
- Facilitan la evaluación, ya que ayudan al profesorado a corregir más rápido la información recogida por el alumnado.
- Posibilitan la implicación del mismo alumnado en el proceso de evaluación, ya sea la propia (autoevaluación) o la de los compañeros y compañeras (coevaluación).

Moreno Olivos (2016) define las listas de cotejo y las escalas de valoración:

Las listas de cotejo consisten en un cuadro de doble entrada en el cual se recogen, en la columna izquierda, los objetivos que deben alcanzarse en un periodo de tiempo medio/largo (de un trimestre en adelante) o los indicadores que desean valorarse a lo largo del periodo de tiempo que se determine. La formulación de indicadores u objetivos debe ser clara, concreta, directa, unívoca (sólo uno en cada ítem), de modo que permitan su observación o recogida por otros medios sin ambigüedades ni posibles interpretaciones personales. En la parte superior, horizontalmente, aparecerá el nombre de los alumnos de un grupo o clase, en caso de que se aplique para la evaluación de su aprendizaje. De esta forma, cuando el estudiante ha alcanzado un objetivo, se anota en la cuadrícula correspondiente en la que se cruzan objetivo/alumno con una marca cualquiera (una cruz, un punto). Sin embargo, no se valora el grado de consecución de cada objetivo, sino solamente si se ha conseguido o no. Si el proceso de aprendizaje que sigue ese grupo es el correcto, la lista de control se irá cubriendo progresivamente en todas las cuadrículas.

Las escalas de valoración constan de un registro de datos en el cual se reflejan, ordenada y sistemáticamente, los objetivos o indicadores que pretenden evaluarse en relación con una persona o una situación, valorando cada uno de ellos en diferentes grados, que pueden expresarse numérica, gráfica o descriptivamente. Su diferencia con la lista de control es, justamente, esta valoración graduada de cada objetivo o indicador, lo que supone una mayor matización y riqueza de conocimiento de la situación evaluada.

Martínez Martínez (2009), propone estrategias e instrumentos a emplear (Cuadro 5) según la finalidad de la evaluación y el momento, ya sea previo, durante o posterior a la realización del trabajo práctico de laboratorio.

Cuadro 5. Estrategias e instrumentos para evaluar en trabajos prácticos de laboratorio.

		Evaluación diagnóstica		
Finalidad de la evaluación	Evaluación diagnóstica	Evaluación formativa	Evaluación sumativa	
Momento de la evaluación	Pre	Durante	Post	
Estrategias / Instrumentos	Tutorías Cuestionarios Rúbricas Autoevaluación	Aprendizaje basado en proyectos o problemas Estudio de casos Aprendizaje colaborativo Grabaciones en video Pruebas prácticas Cuestiones orales Cuestionarios Debates Rúbricas Autoevaluación Coevaluación	Simulaciones Proyectos Pruebas de desarrollo Cuestiones orales Cuestionarios Rúbricas Autoevaluación Coevaluación	

Fuente: Martínez Martínez (2009)

Proceso para evaluar por competencias

García Acosta, J. y García González, M. (2022) caracterizan a la evaluación de competencias como un proceso con 4 grandes pasos:

- Definición de los Objetivos.
- Recolección de Evidencias.
- Comparación de evidencias con los objetivos.
- Formación de un juicio (Competente o todavía no competente).

Centrada en los resultados del desempeño (definidos previamente, lo que lo hace normativo), tiene carácter individual, no se compara entre individuos, es cualitativa y los resultados deben ser comunicados a la persona. Lo importante del proceso, es lograr que los datos de la evaluación de competencias se

integren mentalmente en el individuo y puedan ser aprovechados por él mismo y resulten también de utilidad para todos.

Flores (2019), representa al proceso de evaluación por competencias según se muestra en la Figura 1:

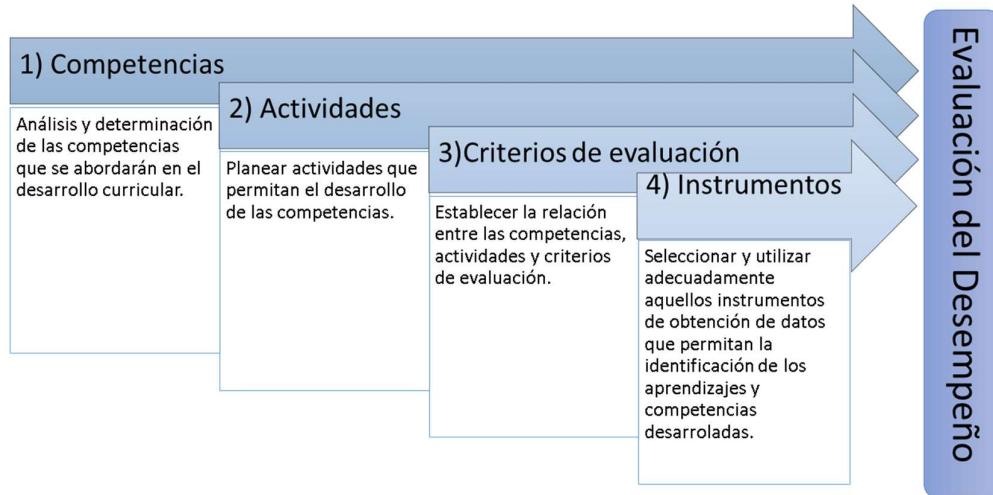


Figura 1. Proceso de evaluación por competencias.

Fuente: Flores (2019)

Trabajos prácticos de laboratorio

Los trabajos prácticos constituyen una herramienta pedagógica clave para la integración de conceptos teóricos y el desarrollo de habilidades y competencias procedimentales propias de un campo profesional.

Los Trabajos Prácticos son instrumentos que dan el marco conceptual y procedural para el desarrollo de las prácticas de cátedra. Deben estar formulados de forma que el estudiante comprenda y logre relacionar los contenidos conceptuales con las experiencias propuestas, pero a su vez, pretenden poner en contexto la labor profesional dentro de un ámbito seguro y supervisado.

En los procesos formativos se emplean los Trabajos Prácticos como recursos didácticos, caracterizados por ser una propuesta de interpretación y fundamentación teórica que parte de una situación problemática global que contextualiza a cada una de las tareas a realizar. En un trabajo práctico, la secuencia de actividades pone al estudiante en contacto con la práctica real en el contexto social a fin de que experimente situaciones cercanas al desempeño de la profesión (Steiman, 2012).

En el caso particular de los trabajos prácticos de laboratorio experimental, Lorenzo, Reverdito, Perillo y Salerno (2001) citados por Lorenzo (2020) distinguen dos grandes tipos de procedimientos que tienen lugar durante la práctica:

- a)** Los procedimientos intelectuales, que a su vez pueden agruparse en aquellos que permiten a los estudiantes reconocer un determinado objeto o suceso y aquellos que se ponen en juego a la hora de supervisar una acción y tomar decisiones sobre alguna situación para ejercer cierto grado de control sobre la misma, siendo estos últimos de una mayor exigencia cognitiva que los primeros.
- b)** Los procedimientos sensoriomotores que involucran las acciones vinculadas a la motricidad fina con el objetivo de modificar el sistema y aquellos relacionados con la especialización de los sentidos que permiten transformar hechos en datos de una observación. Por ejemplo, reconocer el punto de una titulación, la aparición de un precipitado.

Asimismo, Gil Pérez y Valdés Castro (1996) citados en Lorenzo (2020) resumen una serie de consideraciones a la hora de llevar a cabo trabajos prácticos de laboratorio experimental:

1. Presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado al desarrollo cognitivo de los estudiantes que permitan la toma de decisiones y favorezcan la reflexión sobre la relevancia de aquéllas para promover su interés y dar sentido a su estudio en el contexto de las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, para evitar un estudio descontextualizado y socialmente neutro.
2. Potenciar los análisis cualitativos, significativos, que ayuden a comprender y a delimitar las situaciones planteadas, de modo de poder formular preguntas operativas sobre lo que se busca para evitar caer en la falsa creencia sobre el papel esencial de las matemáticas como instrumento de investigación.
3. Plantear la emisión de hipótesis como actividad fundamental de la investigación científica a partir de marcos teóricos consensuados, susceptible de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas las ideas y conocimientos de los estudiantes sobre el tópico. Operativizar cuidadosamente las hipótesis considerando la derivación de consecuencias contrastables y prestando la debida atención al control de variables.

4. Dar un mayor grado de libertad a los estudiantes para que puedan elaborar sus propios diseños y para planificar la actividad experimental a partir de ciertos criterios generales y con el material disponible, que debería ir incorporando nuevos dispositivos, medidas de seguridad y control a medida que estén disponibles.

5. Plantear el análisis detenido de los resultados (su interpretación física, fiabilidad, posibles errores), con base en el cuerpo de conocimientos disponible, de las hipótesis manejadas y de los resultados de «otros investigadores» (otros equipos de estudiantes o artículos científicos). Favorecer, a la luz de los resultados, las necesarias revisiones de los diseños, de las hipótesis e, incluso, del planteamiento del problema. Prestar una particular atención, en su caso, a los conflictos entre los resultados y las concepciones iniciales, y facilitar, de una forma funcional, los cambios conceptuales. Dedicar tiempo suficiente al tratamiento de los datos experimentales, a su organización y tabulación, las diferentes formas de graficación así como la interpretación de la información gráfica.

6. Plantear la consideración de posibles perspectivas (replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad, problemas derivados) y contemplar, en particular, las implicaciones científicas, tecnológicas y sociales del estudio realizado (aplicaciones, repercusiones negativas, entre otras).

7. Pedir un esfuerzo de integración que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, así como las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO II - MATERIALES Y MÉTODOS

INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta el enfoque metodológico y describe en forma general la labor llevada a cabo para la obtención del trabajo final, en él se muestran aspectos como: objetivos, tipo de investigación, universo y población, variables, los instrumentos de recolección de datos, fuentes de información, fases y actividades que fueron utilizados para llevar a cabo la investigación.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo final contempló una propuesta pedagógica de innovación didáctica desde un paradigma mixto (cuantitativo-cualitativo). El diseño de investigación fue de triangulación concurrente, donde se recolectaron y analizaron datos cuantitativos y cualitativos sobre el problema de investigación aproximadamente al mismo tiempo.

Para el enfoque cuantitativo se realizó una investigación empírica, con técnicas de análisis estadístico. Para el enfoque cualitativo, se efectuó el estudio de caso, empleando la observación detallada del sujeto/objeto de estudio.

Durante la interpretación y la discusión se terminó de explicar las dos clases de resultados y se efectuaron comparaciones de las bases de datos. Según Hernández Sampieri et al., (2014) una ventaja de este diseño es que puede otorgar validez cruzada o de criterio y pruebas a ambas clases de resultados. Su mayor reto reside en que a veces puede ser complejo comparar resultados de dos análisis que utilizan datos cuyas formas son diferentes. Por otro lado, en casos de discrepancias entre datos cuantitativos y cualitativos debe evaluarse cuidadosamente por qué se han dado y en ocasiones es necesario recabar datos adicionales tanto cuantitativos como cualitativos.

Universo o población

El universo o población de estudio correspondió a los estudiantes que cursan la asignatura Análisis de Menas, de 3º año de la Carrera de Ingeniería en Minas de la FTyCA, en los años lectivos 2023 y 2024, para ambos años se considera una prueba piloto.

Criterio de exclusión: se excluirán los estudiantes recusantes en la asignatura de estudio.

Variables del estudio y definiciones operacionales e instrumentos

En el Cuadro 6 se especifica la variable que se aborda en la investigación y la información pertinente.

Cuadro 6. Variables del estudio y definición conceptual, dimensiones e instrumentos

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Instrumentos
Competencias a implementar en la asignatura Análisis de Menas	Las competencias genéricas se refieren a la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas mentales y valores, lo que permite movilizar diversos saberes en situaciones profesionales específicas (CONFEDI, 2014). Las competencias específicas son los conocimientos especializados, las aptitudes y las actitudes necesarias para llevar a cabo tareas concretas propias de una carrera de ingeniería (CONFEDI, 2017).	Competencias tecnológicas	Listas de cotejo. Rúbricas.
		Competencias sociales, políticas y actitudinales.	Listas de cotejo. Rúbricas.
		Competencias específicas para la carrera Ingeniería de Minas	Listas de cotejo. Rúbricas.

Fuente: elaboración propia

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Instrumentos de evaluación vigentes en la asignatura (evaluaciones parciales).
- Instrumentos de evaluación por rúbricas y listas de cotejo para obtener información de aprendizajes apropiados por los estudiantes.
- Trabajos prácticos basados en competencias.
- Encuestas del dictado de clases prácticas.

Fuentes de información

En la presente investigación se usaron fuentes de información primaria y secundaria.

- Los datos primarios se obtuvieron directamente de la realidad o contexto estudiado, utilizando los instrumentos existentes y los que serán diseñados.
- Los datos secundarios fueron obtenidos de la bibliografía y casos de estudios afines. Encuesta de laboratorio.

Técnicas de procesamiento

Para el análisis de datos se usaron las siguientes técnicas:

- Análisis de contenidos a los instrumentos en vigencia en la cátedra.
- Análisis estadístico de la información recopilada con los instrumentos elaborados y las encuestas.

CAPÍTULO III

PROPUESTA DE INNOVACIÓN DIDÁCTICA Y PRUEBA PILOTO

CAPÍTULO III - PROPUESTA DE INNOVACIÓN DIDÁCTICA Y PRUEBA PILOTO

INTRODUCCIÓN

La Carrera Ingeniería de Minas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, fue acreditada por la Comisión de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en el año 2013 por 6 años, (RESOLUCIÓN N° 967/13), anteriormente lo había sido en el año 2009 (RESOLUCIÓN N° 063/09) y en el año 2005 (RESOLUCIÓN N° 511/05). En el presente año (2025) dará inicio al cuarto proceso de acreditación de CONEAU, donde se tendrán como desafíos adicionales, los cambios que se realizan actualmente, a partir de la Adecuación del Diseño Curricular de la Carrera al enfoque pedagógico de la enseñanza por competencias.

Esta adecuación del Diseño Curricular, atraviesa a todos los espacios curriculares, demandando la interconexión entre las asignaturas y propuestas académicas y la innovación en las prácticas pedagógicas y didácticas para formar un ingeniero que cumpla con los estándares internacionales y las competencias de egreso formuladas por CONFEDI.

Para la implementar la propuesta de innovación didáctica en la asignatura Análisis de Menas del tercer año de Ingeniería de Minas, se tuvieron en cuenta los factores clave propuestos por Cólás (2019) citado por Riera Bravo et al. (2023) para la enseñanza mediante el enfoque por competencias, las metodologías didácticas empleadas se definieron en base a los criterios y finalidades descritas por Bagán (2019). Para la reformulación de los trabajos prácticos se tomaron, las recomendaciones de Gil Pérez y Valdés Castro (1996), citados en Lorenzo (2020). Para implementar el sistema de evaluación por competencias se siguieron los lineamientos de Morales López et al. (2020). Para la elaboración de la propuesta se siguió el proceso de innovación descripto por Pacheco y Herrera (2015). donde considera el conjunto de fases para llevar a cabo una innovación educativa.

ÁMBITO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA INNOVADORA

El ámbito donde se llevó a cabo la propuesta es la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCA, quien con el objeto de prestar conformidad a la propuesta de los estándares de segunda generación para la acreditación elaborados por CONFEDI, inició el proceso de adecuación de planes de estudio de las carreras de ingeniería dictadas en la unidad académica. La Ordenanza

del Consejo Superior 27/23, del 17 de octubre de 2023 aprueba las adecuaciones del Diseño Curricular de la Carrera Ingeniería de Minas, que entra en vigencia a partir del año 2024.

La Fundamentación de la Adecuación del Diseño Curricular expresa:

El Diseño Curricular basado en el enfoque por competencias tiene como objetivo garantizar la formación de Ingenieros/as de Minas con un nivel científico tecnológico que les permita analizar, evaluar, diseñar y ejecutar proyectos mineros, comprometidos éticamente con el desarrollo sustentable de los recursos del país. Recuperando y haciendo vigentes los objetivos que llevaron a la creación de la carrera en el año 1972: “dotar al país de un profesional suficientemente capacitado en las técnicas de búsquedas, explotación y beneficio de los recursos minerales, actividades fundamentales para el desarrollo.

La carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Catamarca, busca dar una formación integral (técnica, humanística y social) al profesional, que lo capacite para ejercer eficientemente su profesión y cumplir con las obligaciones que le corresponde como miembro responsable y activo de su comunidad. Por otro lado, el/la Ingeniero/a de Minas por su sólida formación en ciencias físicas y matemáticas, está capacitado para desempeñarse en la aplicación de métodos científicos, en áreas gerenciales y técnicas de optimización en todas las operaciones involucradas en el desarrollo de un proyecto minero. La Resoluciones del Ministerio de Educación de la Nación, N° 1254/18 “Actividades Reservadas” define las actividades profesionales reservadas exclusivamente al título y la Resolución N° 1545/2021 plantea cambios principalmente en la organización y carga horaria de los contenidos curriculares básicos. Ante esta oportunidad de cambio, se ha considerado pertinente una revisión de los contenidos, ordenamiento, correlatividades, partiendo de la información generada a través de encuestas, análisis FODA y reuniones realizadas con docentes y egresados que están desarrollando su actividad profesional en el ámbito privado y público. Las modificaciones atendieron a: funcionamiento (reorganización de articulaciones horizontales y verticales, revisión de correlativas), de requerimiento de distintas cátedras y adecuación a los requerimientos de las exigencias curriculares actuales por el marco legal vigente (intensificación de prácticas, adecuación al enfoque de competencias).

La carrera se divide en Bloques de Formación, donde las asignaturas en cada bloque y la carga horaria presencial total de cada uno se muestran el Cuadro 7:

Cuadro 7. Asignaturas por bloque y carga horaria de bloques.

BLOQUE	ASIGNATURAS	Carga Horaria
Ciencias Básicas de la Ingeniería	Algebra y Geometría Analítica I y II; Física I, II, III y IV; Análisis Matemática I, II y III; Cálculo Numérico; Cálculo Avanzado; Fundamentos de Informática; Sistemas de Representación y Sistemas de Representación Aplicados; Química General, Química II; Probabilidad y Estadística; Electiva I.	1290
Tecnologías Básicas	Introducción a la Minería; Química Analítica; Estabilidad y Resistencia de Materiales; Geología General y Petrología; Exploración Minera; Servicios Mineros; Análisis de Menas ; Topografía Minera; Informática Minera; Yacimientos Minerales; Mineralogía General y Determinativa; Mecánica de Rocas y Suelos.	1080
Tecnologías Aplicadas	Explotación de Minas I y II; Tratamiento Mecánico de Minerales I y II; Perforaciones y Explotación de Acuíferos; Hidrometalurgia y Electrometallurgia; Voladura de Rocas y Explosivos; Geotecnología Aplicada; Planificación de Minas; Electiva II.	1140
Ciencias y Tecnologías Complementarias	Economía Minera; Gestión y Administración de Empresas; Impacto Ambiental Minero; Higiene y Seguridad Minera; Legislación y Derecho Minero; Electiva III.	510

Fuente: Adecuación de Plan de Estudios Ingeniería de Minas (2023)

Información de la asignatura considerada

El espacio curricular Análisis de Menas, pertenece al tercer año de la carrera Ingeniería de Minas (Plan de Estudios 2004 y Adecuación 2023) de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. La asignatura forma parte del bloque denominado **Tecnologías Básicas**, las cuales define el CONFEDI (2017) como “disciplinas científicas y tecnológicas, basadas en las ciencias exactas y naturales, a través de las cuales los fenómenos relevantes a la Ingeniería son modelados en formas aptas para su manejo y eventual utilización en sistemas o procesos”.

La materia tiene como principal objetivo el estudio de técnicas de la química analítica cuantitativa tradicional e instrumental aplicadas al análisis de diversos minerales, principalmente aquellos de interés regional. El campo disciplinar responde principalmente al de las ciencias químicas, por lo que los contenidos abordados pertenecen a las ciencias fácticas. La construcción de datos y validación del conocimiento se efectúan mediante el desarrollo de experiencias de laboratorio en ambientes controlados, de esta manera luego de la aplicación del método científico se desarrollan nuevas técnicas aplicables al análisis químico de los minerales. Al pertenecer a las ciencias exactas, los contenidos propuestos se basan en leyes fundamentales y principios universales, que son aprendidos y aplicados para la elaboración de métodos de análisis químicos.

satisfactorios, empleando las tecnologías disponibles, con el fin de conocer la composición química elemental de muestras de interés minero y ambiental.

Este espacio hace hincapié no sólo en los conceptos teóricos básicos de la química analítica, sino que el tiempo de dictado de estos conceptos siempre está orientado a la ejecución de prácticas de laboratorio y de resolución de situaciones problemáticas basadas en estas experiencias prácticas. Es así como se busca obtener una experiencia innovadora, que implica una relación dinámica entre teoría y práctica, más allá de la simple relación de aplicación a la que esta última parece destinada en la rutina curricular o áulica.

Al tratarse de una asignatura de un bloque de conocimientos intermedio, es fundamental la articulación con espacios curriculares afines dentro del diseño curricular de la carrera. Los espacios precedentes relacionados en mayor medida con la asignatura son Química General, Química II y Química Analítica, en donde el estudiante recupera los conceptos fundamentales de la química como ciencia fáctica y empieza su camino de instrucción en el manejo de instrumental de laboratorio.

Sin embargo, en estos espacios, por la elevada cantidad de estudiantes y las habilidades en formación del estudiante, el docente conserva en gran medida un rol de ejecutor de las prácticas. Las clases de laboratorio tienen en principio un carácter de demostración por parte del profesor hacia el alumnado aumentando la participación de este en la medida que domina las destrezas necesarias.

En Análisis de Menas, la cantidad de estudiantes es sustancialmente menor que en las materias precedentes, además, éstos tienen el recorrido suficiente para contar con un cierto nivel de conocimiento y habilidades en las prácticas de laboratorio, lo que permite que puedan tener un desenvolvimiento satisfactorio en la ejecución de las experiencias prácticas. La asignatura, de régimen promocional, está compuesta por 4 ejes principales (2 por cuatrimestre), muchos de ellos se enfocan en el análisis de elementos químicos específicos. Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de la carga horaria (alrededor del 70%) de la asignatura se destina a la resolución de prácticas de laboratorio, guías de ejercicios y prácticas orientadas a la resolución de casos. Los trabajos prácticos de laboratorio tienen carácter obligatorio y toman un papel central en toda la cursada. El Programa de la asignatura se encuentra como Anexo I de este trabajo.

Las asignaturas correlativas posteriores son las pertenecientes al bloque de tecnologías aplicadas y ciencias y tecnologías complementarias, donde los fundamentos científicos y técnicos tienen su ámbito de aplicación para el estudio de procesos productivos a gran escala para la extracción de minerales y el impacto ambiental minero relacionado con estas. Las asignaturas más

fuertemente vinculadas son Hidrometalurgia y Electrometalurgia e Impacto Ambiental Minero.

Requerimientos de la asignatura

Para la promoción sin examen final de la asignatura, el alumno deberá cumplir los requisitos previstos en el Reglamento General para alumnos (Ordenanza C.D.F.T. y C.A. Nº 004/2005) y, además:

Los alumnos deben aprobar en primera instancia las cinco evaluaciones parciales con un promedio de 7 (siete) o más (sin recuperaciones), el 100% de los trabajos prácticos (cada trabajo práctico se aprueba en tres instancias: evaluación previa al práctico, asistencia al trabajo de laboratorio y presentación correcta de informe final. La desaprobación de cualquiera de estas instancias significa la desaprobación del trabajo práctico).

Para regularizar la asignatura, el alumno deberá cumplir los requisitos previstos en el Reglamento General para alumnos (Ordenanza C.D.F.T. y C.A. Nº 004/2005) y, además:

Los alumnos deben aprobar con 4 (cuatro) o más las cinco evaluaciones parciales y el 100% de los trabajos prácticos en la misma modalidad explicitada en el párrafo anterior.

Se dispone de una instancia de recuperación para cada parcial, sin embargo, cada alumno tiene la posibilidad de recuperación de como máximo dos parciales, sin posibilidad de recuperación de un tercero.

El examen final regular para estudiantes regulares consiste en un examen escrito u oral de los temas teóricos incluidos en el programa de la asignatura.

El examen final libre consiste en tres instancias:

En primera instancia, un examen escrito de índole práctico, de ejercicios de aplicación.

En segunda instancia, la presentación y examen de los trabajos prácticos de laboratorio, donde el estudiante debe demostrar habilidades en cuanto a la identificación de técnicas y manejo del instrumental de laboratorio.

En tercera instancia, un examen escrito u oral de los temas teóricos incluidos en el programa de la asignatura.

FASE INICIAL DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

Para desarrollar la propuesta se ejecutó un proceso de innovación educativa considerando sus fases. La fase inicial contempla la definición de la temática a desarrollar, la situación problemática y las necesidades de aprendizaje a reformar o desarrollar.

Definición de la temática y situación problemática

Los nuevos estándares educativos de la formación universitaria en carreras de ingeniería, requieren el abordaje de las prácticas de enseñanza y aprendizaje y evaluación con el enfoque por competencias. El CONFEDI propuso los estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería, lo que supone la necesidad de un cambio en las prácticas pedagógicas y en la didáctica de las propuestas educativas.

FASE DE FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

Contempla la elaboración de objetivos, actividades, cronograma, descripción del proyecto, recursos y resultados esperados.

Objetivo

Desarrollar un sistema de evaluación por competencias en la asignatura "Análisis de Menas" en la Carrera Ingeniería en Minas de la FTyCA de la UNCA.

Las actividades planteadas para el cumplimiento del objetivo de esta propuesta son:

- Definir las competencias a desarrollar, los métodos de enseñanza a emplear y las actividades.
- Analizar las prácticas e instrumentos de evaluación existentes.
- Proponer estrategias e instrumentos alineados y coherentes con el enfoque de evaluación por competencias.

Método de enseñanza

En este punto se describen los métodos, técnicas, contenidos y recursos didácticos utilizados para desarrollar la propuesta.

Método expositivo con clases magistrales

En las clases teóricas se utilizó este método, en las que se comparten los conceptos y aspectos esenciales de los diferentes temas (unidades didácticas).

La duración prevista contempla, en general, un tiempo total de 80 minutos, con un receso de 10 minutos como intermedio.

Las técnicas empleadas:

- Explicación oral y diálogo dirigido: se expondrán las categorías teóricas que se requieren para abordar el desarrollo de la guía de ejercicios y el trabajo práctico. Se promueve la participación del estudiante, el profesor hace preguntas, dirige el diálogo o debate sobre los temas tratados y promueve la cooperación entre los estudiantes para la elaboración de respuestas y comprobación del grado de comprensión.
- Ejemplificación: se emplean ejemplos que permitan a los estudiantes relacionar los fundamentos científicos y técnicos con otras asignaturas anteriores o con fenómenos comunes de la vida cotidiana.

Resolución de ejercicios o problemas

Se empleó este método como abordaje inicial a las problemáticas presentes en un laboratorio químico. Mediante una guía de ejercicios, los estudiantes de forma grupal o individual analizan situaciones básicas de análisis químico donde se dan los datos explícitamente. Se pretende lograr la asimilación de contenidos como fórmulas, procedimientos de resolución y cálculos numéricos.

Aprendizaje basado en problemas

Se utilizó este método para el desarrollo de trabajos prácticos, donde los estudiantes llevan a cabo experiencias de laboratorio en grupo, con el fin de cumplimentar las necesidades surgidas del enunciado del trabajo práctico. Se plantea una situación realista, contextualizada en un laboratorio químico de una empresa minera, donde el procesamiento de muestras debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los recursos con los que se cuenta, las limitantes instrumentales y cuestiones económicas y/o medioambientales. En el Anexo II se encuentran los Trabajos Prácticos empleados y su análisis. La guía de ejercicios vista con anterioridad, complementa las actividades del trabajo práctico (ver Anexo III).

Aprendizaje colaborativo

Posterior a la realización del trabajo práctico de laboratorio, cada grupo debe socializar los resultados, conclusiones y observaciones respecto de las experiencias realizadas. En esta instancia, en un primer momento, dentro del grupo se debe realizar una recopilación de las acciones tomadas durante el trabajo práctico, y la causas por los cuales se tomaron. En cuanto a los

resultados obtenidos, los estudiantes deben juzgar críticamente la exactitud de los mismos y las posibles consecuencias en los resultados, que tuvieron las acciones tomadas. Finalmente, se llegan a conclusiones grupales para la exposición y debate con el resto de los grupos.

Aprendizaje a través del Aula Virtual

En el aula virtual de Moodle se propuso la interacción a través de material multimedia relacionado con el tema, preguntas abiertas del profesor para ser contestadas en base al material y compartidas en foros de forma individual. Además, se compartieron ejercicios resueltos a modo de ejemplo y se abrió un foro para compartir ejercicios resueltos por los estudiantes, de modo que todos puedan colaborar para completar la guía (Ver Anexo IV).

Contenidos formativos

La propuesta de innovación didáctica se circunscribe a bloque temático de la asignatura denominado “Análisis de menas metalíferas” y contempla, dentro de él, a la unidad VIII.

Unidad VIII: análisis de hierro y cobre en menas

Hierro: Minerales más importantes. Disgregación. Métodos de determinación.

Volumetrías de óxido reducción: permanganometría y dicromatometría.

Cobre: Minerales más importantes. Reconocimiento. Disgregación. Métodos de determinación. Volumetría de óxido reducción: yodometría.

Para la identificación y definición de las competencias genéricas y específicas que se abordaron en Análisis de Menas, se tomaron como referencia a CONFEDI (2014) el libro de competencias en ingeniería, y CONFEDI (2018) que establece los estándares de segunda acreditación para las carreras de ingeniería de la República Argentina. En el Cuadro 8 se muestran las competencias definidas para Análisis de Menas.

Cuadro 8. Competencias definidas para Análisis de Menas.

Competencias genéricas tecnológicas de egreso del ingeniero iberoamericano

CT1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

CT5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales de egreso del ingeniero iberoamericano

CS1: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

CS2: Comunicarse con efectividad.

CS3: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Competencias específicas de egreso del ingeniero de minas

CE1: Competencias para diseñar, calcular, evaluar y planificar las etapas de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles

CE3: Competencias para proyectar, dirigir, supervisar, gerenciar y controlar la construcción, operación y mantenimiento de las obras, etapas o trabajos de lo mencionado anteriormente, cubriendo aspectos de ingeniería legal, económica y financiera.

Fuente: elaboración propia

Actividades propuestas

Se propusieron las siguientes actividades relacionadas a los contenidos dictados y a los métodos y técnicas empleadas en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Contenidos, métodos y actividades propuestas.

Contenidos	Métodos y técnicas	Actividades
Minerales más importantes de hierro	Explicación de conceptos en clase magistral.	Exploración de los conocimientos previos para activarlos o generarlos. Exposición de conceptos utilizando presentación con diapositivas.
Disgregación de menas de hierro	Explicación de conceptos en clase magistral. Ejemplificación. Resolución de problemas. Aprendizaje a través del aula virtual. Trabajo en equipo.	Exploración los conocimientos previos para activarlos o generarlos. Empleo del método de ion electrónico para el balanceo de ecuaciones químicas. Explicación por medio de ejemplos.
Volumetría Redox para Hierro. Permanganometría.	Explicación de conceptos en clase magistral. Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas. Aprendizaje colaborativo. Trabajo en equipo.	Exploración de conocimientos previos para activarlos o generarlos. Resolución ejercicios de aplicación del método químico. Ejecución del análisis químico en laboratorio en base al trabajo práctico. Redacción de informe de laboratorio. Exposición de resultados de la práctica.
Volumetría Redox para Hierro. Dicromatometría	Explicación de conceptos en clase magistral. Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas. Aprendizaje colaborativo. Trabajo en equipo.	Exploración de conocimientos previos para activarlos o generarlos. Resolución ejercicios de aplicación del método químico. Ejecución del análisis químico en laboratorio en base al trabajo práctico. Redacción de informe de laboratorio. Exposición de resultados de la práctica.
Minerales más importantes de cobre	Explicación de conceptos en clase magistral.	Exploración de los conocimientos previos para activarlos o generarlos. Exposición de conceptos utilizando presentación con diapositivas.
Disgregación de menas de cobre	Explicación de conceptos en clase magistral. Ejemplificación. Resolución de problemas. Aprendizaje a través del aula virtual. Trabajo en equipo.	Exploración los conocimientos previos para activarlos o generarlos. Empleo del método de ion electrónico para el balanceo de ecuaciones químicas. Explicación por medio de ejemplos.
Volumetría Redox para Cobre. Yodometría.	Explicación de conceptos en clase magistral. Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas. Aprendizaje colaborativo. Trabajo en equipo.	Exploración de conocimientos previos para activarlos o generarlos. Resolución ejercicios de aplicación del método químico. Ejecución del análisis químico en laboratorio en base al trabajo práctico. Redacción de informe de laboratorio. Exposición de resultados de la práctica.

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 10, se clasifican las actividades según su carácter de individual o grupal:

Cuadro 10. Clasificación de actividades según modalidad individual o grupal.

Actividad	Individual	Grupal
Diálogo dirigido en clase	X	
Lectura de material de clase	X	
Preguntas abiertas en Moodle	X	
Análisis de recursos multimedia en Moodle	X	
Resolución de Guía de Ejercicios		X
Prueba objetiva en Moodle	X	
Trabajo Práctico de laboratorio		X
Debate dirigido en TP		X
Preguntas abiertas orales	X	
Lectura de Procedimientos	X	
Informe de Laboratorio		X
Exposición de TP de Laboratorio		X

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 11 se clasifican las actividades según la temporalidad y en el Cuadro 12 según el momento respecto del trabajo práctico de laboratorio:

Cuadro 11. Clasificación de actividades según temporalidad.

Actividad	Sincrónica	Asincrónica
Diálogo dirigido en clase	X	
Lectura de material de clase		X
Preguntas abiertas en Moodle		X
Análisis de recursos multimedia en Moodle		
Resolución de Guía de Ejercicios	X	X
Prueba objetiva en Moodle		X
Trabajo Práctico de laboratorio		X
Debate dirigido en TP		X
Preguntas abiertas orales	X	
Lectura de Procedimientos	X	X
Informe de Laboratorio		X
Exposición de TP de Laboratorio	X	

Fuente: elaboración propia

Cuadro 12. Clasificación de actividades según momento respecto del trabajo práctico.

Actividad	Pre-Lab	Durante	Post-Lab
Diálogo dirigido en clase	X		
Lectura de material de clase	X		
Preguntas abiertas en Moodle	X		
Análisis de recursos multimedia en Moodle	X		
Resolución de Guía de Ejercicios	X	X	X
Prueba objetiva en Moodle	X		
Trabajo Práctico de laboratorio		X	
Debate dirigido en TP		X	
Preguntas abiertas orales		X	X
Lectura de Procedimientos	X	X	
Informe de Laboratorio			X
Exposición de TP de Laboratorio			X

Fuente: elaboración propia

Resultados de aprendizaje

De las competencias a desarrollar y las actividades propuestas, se desprenden los siguientes resultados de aprendizaje (RA) en el Cuadro 13:

Cuadro 13. Resultados de aprendizaje propuestos.

Resultados de aprendizaje
RA1: Distinguir las etapas requeridas en un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos empleados en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera.
RA2: Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para asegurar la calidad y la protección de la integridad física y el medio ambiente.
RA3: Identificar las causas y consecuencias de las problemáticas que se presentan durante las prácticas en el contexto de un laboratorio minero, basadas en fundamentos técnicos y científicos.
RA4: Interpretar los resultados analíticos obtenidos en un análisis químico de menas, empleando criterios científicos y técnicos.
RA5: Resolver situaciones problemáticas de forma individual y grupal, optimizando la gestión de los recursos disponibles.

Fuente: elaboración propia

Articulación entre los Resultados de Aprendizaje, Capacidades y Actividades

El Cuadro 14 muestra la articulación entre los resultados de aprendizaje propuestos, las capacidades a promover (CONFEDI, 2014) y las actividades a desarrollar:

Cuadro 14. Articulación entre RA, capacidades y actividades.

Resultados de aprendizaje	Capacidades	Actividades
RA1: Distinguir las etapas requeridas en un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos empleados en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera.	4.a.3. Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc. 7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió. 4.b.1. Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc. 5.b.1. Ser capaz de identificar los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema. 6.a.1. Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos. 6.c.1. Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo. 8.c.2. Ser capaz de considerar y estimar el impacto económico, social y ambiental de proyectos, acciones y decisiones, en el contexto local y global.	Lectura del material de clase. Diálogo dirigido previo al Trabajo Práctico. Análisis de recursos multimedia en Moodle. Preguntas abiertas en Moodle. Lectura de procedimientos. Trabajo Práctico de Laboratorio grupal. Informe de Laboratorio.
RA2: Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para asegurar la calidad y la protección de la integridad física y el medio ambiente.	1.a.1. Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática. 1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema. 1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa. 6.b.1. Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista. 7.a.4. Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos. 1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis. 4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.	Lectura de material de clase. Análisis de recursos multimedia en Moodle. Lectura de procedimientos. Trabajo Práctico de Laboratorio grupal.
RA3: Identificar las causas y consecuencias de las problemáticas que se presentan durante las prácticas en el contexto de un laboratorio minero, basadas en fundamentos técnicos y científicos.	7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. 7.b.3. Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes. 8.a.3. Ser capaz de comportarse con honestidad e integridad personal. 8.a.3. Ser capaz de respetar la confidencialidad de sus actividades.	Debate dirigido posterior al Trabajo Práctico. Informe de Laboratorio. Exposición grupal del Informe.
RA4: Interpretar los resultados analíticos obtenidos en un análisis químico de menas, empleando criterios científicos y técnicos.	1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado. 1.c.4. Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación. 5.c.1. Ser capaz de pensar en forma sistemática (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones). 6.b.3. Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos. 7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. 8.b.2. Ser capaz de considerar los requisitos de calidad y seguridad en todo momento.	Resolución de Guía de Ejercicios. Debate dirigido durante el Trabajo Práctico. Trabajo Práctico de Laboratorio. Informe de Laboratorio.
RA5: Resolver situaciones problemáticas de forma individual y grupal, optimizando la gestión de los recursos disponibles.		

Fuente: elaboración propia

Recursos didácticos

Para la implementación de la propuesta se emplearon los siguientes recursos:

Plataforma virtual: Aula Virtual (Moodle)

Infraestructura: Laboratorio de química con 5 mesadas, con capacidad para 30 estudiantes. Pizarra y proyector.

Equipamiento e insumos: Reactivos y elementos de laboratorio para la realización de trabajos prácticos. Instrumental de análisis químico.

Elementos de protección personal: guantes y gafas.

Bibliografía de la asignatura.

Sistema de evaluación

Para determinar el sistema de evaluación que se llevó a cabo en la propuesta se realizaron las siguientes actividades:

El análisis de las técnicas e instrumentos de evaluación actuales (Anexo II)

El diseño de estrategias e instrumentos de evaluación para la formación por competencias.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación definidos comprenden tanto el desempeño en clase como evaluaciones escritas, oral y del trabajo práctico. Se definen las siguientes instancias de evaluación:

- Evaluación inicial: se realiza a modo de diagnóstico, previo al inicio de la primera clase magistral, con preguntas abiertas y diálogo dirigido se realiza la introducción al tema, donde los estudiantes deben relacionar el nuevo tema con temas anteriores.

- Evaluación formativa o continua: se cuenta con una instancia de evaluación previa al trabajo práctico de laboratorio mediante un cuestionario de preguntas de opción múltiple con retroalimentación automática.

El estudiante debe realizar trabajo práctico, entregar el informe de resultados y exponer los mismos. Durante el desarrollo del trabajo práctico se empleó la Lista de Cotejo, cuyos indicadores conocían los estudiantes antes de participar del trabajo práctico. Para la evaluación del informe de laboratorio y la exposición se emplearon rúbricas y la retroalimentación se dio en la clase de consulta inmediatamente posterior.

- Evaluación sumativa: una prueba escrita que abordará las capacidades y contenidos desarrollados. La evaluación contiene preguntas conceptuales, de ejercicios prácticos y acerca de las experiencias de laboratorio.

Los criterios de evaluación se relacionan a los resultados de aprendizaje según se muestra en el Cuadro 15:

Cuadro 15. Criterios de evaluación para cada RA.

Resultados de aprendizaje	Criterios de evaluación
RA1: Distinguir las etapas requeridas en un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos empleados en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera.	Selecciona adecuadamente las técnicas analíticas requeridas en el análisis. Selecciona adecuadamente los elementos de laboratorio según las necesidades. Comprende las ideas principales de un texto técnico como un procedimiento de laboratorio. Fundamenta de manera clara los pasos necesarios para un análisis químico determinado.
RA2: Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para asegurar la calidad y la protección de la integridad física y el medio ambiente.	Identifica las herramientas de laboratorio y sus características. Utiliza los elementos de laboratorio correctamente. Asume roles dentro de un equipo de trabajo. Reconoce el impacto ambiental de las prácticas de laboratorio.
RA3: Identificar las causas y consecuencias de las problemáticas que se presentan durante las prácticas en el contexto de un laboratorio minero, basadas en fundamentos técnicos y científicos.	Identifica situaciones problemáticas. Organiza los datos de un problema. Delimita el problema y lo formula claramente. Discute y acepta distintos puntos de vista respecto de la situación problemática.
RA4: Interpretar los resultados analíticos obtenidos en un análisis químico de menas, empleando criterios científicos y técnicos.	Reconoce el contexto de una situación problemática. Interpreta los resultados analíticos fundamentaladamente. Produce conclusiones de un informe técnico bien fundamentadas. Demuestra honestidad y confidencialidad a la hora de exponer los resultados de un análisis.
RA5: Resolver situaciones problemáticas de forma individual y grupal, optimizando la gestión de los recursos disponibles.	Genera alternativas de solución a situaciones problemáticas. Selecciona los elementos óptimos para solucionar un problema. Reconoce las necesidades propias de la situación problemática. Emplea el criterio científico y técnico en busca de soluciones. Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara. Considera requisitos de calidad y seguridad en las soluciones propuestas.

Fuente: elaboración propia

Calificación utilizada

La escala que se usa en la asignatura es numérica de 0 a 10, y el criterio para regularizar es obtener una nota de 4 o más en cada evaluación parcial, y 7 de promedio o más para promocionar sin examen final.

Sistema de evaluación de la asignatura

El sistema de evaluación definido para la Unidad considerada contiene las siguientes técnicas y tipos de instrumentos de evaluación:

Evaluaciones parciales: se tomó 1 (una) evaluación escrita sumativa.

Trabajos prácticos (TP): se realizaron 2 (dos).

Programa de evaluación

El programa de evaluación se muestra en el Cuadro 16:

Cuadro 16. Programa de evaluación para la propuesta.

Funcionalidad de la evaluación	Temporalidad de la evaluación	Tipo	Técnica	Instrumento
Evaluación diagnóstica	Inicial Al inicio de la Unidad	Cualitativa	Diálogo dirigido	Preguntas abiertas
Evaluación formativa	Procesual Durante el desarrollo de la Unidad	Cuantitativa	Guía de ejercicios Trabajo práctico	Prueba objetiva en Moodle
		Cualitativa	Trabajo práctico Observación	Lista de Cotejo Rúbricas
Evaluación sumativa	Final Al finalizar la Unidad	Cuantitativa	Evaluación parcial	Prueba abierta

Fuente: elaboración propia

Protocolo de retroalimentación

Retroalimentación en guías y trabajos prácticos

La retroalimentación tiene un papel central en la evaluación por competencias. Más allá de la revisión y corrección de errores, la retroalimentación debe ser una actividad planificada, dialógica y reflexiva entre docentes y estudiantes, sin obviar la indicación de aspectos buenos y débiles de las producciones individuales o grupales.

La primera instancia de retroalimentación se da en el diálogo dirigido durante la evaluación diagnóstica. A través de preguntas abiertas, se explora conocimientos previos y se reafirma o reforman conceptos, previo al inicio de la lección magistral. La duración puede variar según el caso, pero se evita que sea excesiva.

Posterior a la clase, los estudiantes responden una prueba objetiva individual en el aula virtual, del tipo de respuestas múltiples, donde la retroalimentación es automática y consiste en la revisión de la evaluación y explicitación de

respuestas correctas. Al inicio de la siguiente clase, se repasan las preguntas y se reflexiona acerca de ellas.

La guía de ejercicios es trabajada en grupo durante las clases prácticas, consiste en enunciados de situaciones problemáticas para la resolución numérica, empleando las ecuaciones y procedimientos vistos en clase. Posterior a la resolución grupal, cada grupo comparte los ejercicios en el aula virtual dentro de foros de acceso libre, donde el profesor retroalimenta por escrito.

Para los trabajos prácticos de laboratorio, cada estudiante recibe la lista de cotejo individual de su desempeño durante el práctico. Por otro lado, cada grupo de laboratorio recibe la rúbrica del informe de laboratorio y exposición de resultados. Se tiene una instancia de consulta para la retroalimentación dialógica en base a estos instrumentos, esta instancia se programa en la clase de consulta inmediatamente posterior a la devolución de la rúbrica.

Retroalimentación de evaluaciones parciales

En cada evaluación parcial escrita, se subrayan palabras, párrafos o figuras para que sean advertidas por los estudiantes. Si la advertencia es para corrección, se acompaña con una equis, si la advertencia es para resaltar una buena producción se incorpora una tilde. Posterior a la evaluación parcial, en clase, cada estudiante recibe su parcial evaluado y se realiza la retroalimentación general, exponiendo cada pregunta evaluada y las posibilidades de respuesta.

Instrumentos de evaluación

En el Cuadro 17 se distinguen los instrumentos empleados según criterios de evaluación y el momento respecto del trabajo práctico de laboratorio.

Cuadro 17. Instrumentos empleados según criterios y momentos.

Criterios de evaluación	Pre-Lab	Durante	Post-Lab
Selecciona adecuadamente los elementos de laboratorio según las necesidades.			
Comprende las ideas principales de un texto técnico como un procedimiento de laboratorio.	Prueba objetiva	Lista de cotejo	Rúbrica
Fundamenta de manera clara los pasos necesarios para un análisis químico determinado.			
Utiliza los elementos de laboratorio correctamente.			
Asume roles dentro de un equipo de trabajo.			
Emplea los elementos de protección personal necesarios.		Lista de cotejo	
Reconoce el impacto ambiental de las prácticas de laboratorio.			
Identifica y organiza los datos de un problema.			
Delimita el problema y lo formula claramente.			
Discute y acepta distintos puntos de vista respecto de la situación problemática.		Lista de cotejo	Rúbrica
Interpreta los resultados analíticos fundamentadamente.			
Produce conclusiones de un informe técnico bien fundamentadas.			
Demuestra honestidad y confidencialidad a la hora de exponer los resultados de un análisis.			Rúbrica
Tiene en cuenta el contexto de una situación problemática.			
Emplea el criterio científico y técnico en busca de soluciones.			
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.			
Considera requisitos de calidad y seguridad en las soluciones propuestas.			
Demuestra compromiso y responsabilidad dentro del equipo de trabajo.			Rúbrica

Fuente: elaboración propia

Diseño de prueba objetiva

La evaluación previa al trabajo práctico de laboratorio consiste en una prueba objetiva tipo cuestionario de Moodle, de preguntas con opciones múltiples de respuesta (4 en total), que exploran los contenidos dados durante la clase magistral, el material didáctico y multimedia subido al aula virtual y la guía de ejercicios resuelta.

Diseño de la lista de cotejo

La lista de cotejo empleada en la propuesta se muestra en la Figura 2.

Criterio	Indicadores	SI	NO
Selecciona adecuadamente los elementos de laboratorio según las necesidades.	Identifica los elementos de laboratorio por su nombre Diferencia entre elementos volumétricos y no volumétricos Selecciona elementos volumétricos cuando es necesario Selecciona elementos según su capacidad volumétrica Identifica los reactivos necesarios para la práctica.		
Comprende las ideas principales de un texto técnico como un procedimiento de laboratorio.	Identifica las etapas de un procedimiento técnico Relaciona el procedimiento con las acciones que se llevan a cabo Describe brevemente la etapa que se está realizando		
Utiliza los elementos de laboratorio correctamente.	Manipula pipetas, probetas o buretas correctamente. Manipula embudos, vasos de precipitado o erlenmeyer correctamente. Manipula de forma segura todos los elementos de laboratorio.		
Asume roles dentro de un equipo de trabajo	Cumple con las tareas designadas dentro del grupo. Colabora con sus compañeros para el cumplimiento de los objetivos.		
Emplea los elementos de protección personal necesarios.	Usa los elementos de protección personal correctamente.		
Reconoce el impacto ambiental de las prácticas de laboratorio.	Cumple con las buenas prácticas para el cuidado del medioambiente.		
Discute y acepta distintos puntos de vista respecto de la situación problemática.	Dialoga con sus compañeros para acordar la distribución de tareas. Llega a un acuerdo con sus compañeros en cuanto a las tareas asignadas.		

Figura 2. Lista de cotejo empleada en la propuesta.

Fuente: elaboración propia

La calificación para este instrumento se calcula como N° de “SI”/ N° Total de Criterios, y se expresa en porcentaje. Por ejemplo, para un estudiante que tiene 15 “SI” para los 17 criterios, su calificación será 88%.

Diseño de la rúbrica

Se tienen dos rúbricas para la evaluación, una de ellas para evaluar el informe de laboratorio, mientras que la otra se emplea para evaluar la exposición de resultados del trabajo práctico. Los estudiantes conocen los criterios y niveles de desempeño antes de entregar el informe y exponer.

Rúbrica para el informe de laboratorio

La rúbrica para el Informe de laboratorio se muestra en la Figura 3:

Criterio	Insuficiente (1)	Necesita mejorar (2)	Satisfactorio (3)	Sobresaliente (4)
Selecciona adecuadamente las técnicas analíticas requeridas en el análisis.	No selecciona las técnicas adecuadamente	Selecciona adecuadamente algunas técnicas	Selecciona adecuadamente la mayoría de las técnicas	Selecciona adecuadamente todas las técnicas necesarias
Identifica y organiza los datos de un problema.	No identifica los datos del problema	Identifica algunos datos del problema	Identifica los datos del problema pero no los organiza	Identifica y organiza los datos del problema
Tiene en cuenta el contexto de la situación problemática.	No tiene en cuenta el contexto de la situación problemática	Tiene en cuenta algunos aspectos del contexto pero no repercuten en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto pero no repercute en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto para la resolución del problema
Emplea el criterio científico y técnico en busca de soluciones.	No emplea criterios técnicos ni científicos para la resolución del problema	Emplea sólo criterios científicos o sólo criterios técnicos para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos pero son insuficientes para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos para resolver el problema
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	No expresa las alternativas de solución	Expresa algunas alternativas sin emplear términos técnicos	Expresa alternativas con algunos términos técnicos	Expresa alternativas empleando términos técnicos
Considera requisitos de calidad y seguridad en las soluciones propuestas.	No considera requisitos de calidad y seguridad	Considera sólo requisitos de calidad o sólo de seguridad	Considera algunos requisitos de calidad y seguridad	Considera todos los requisitos de calidad y seguridad
Interpreta los resultados analíticos fundamentaladamente.	No interpreta los resultados analíticos	Interpreta los resultados pero de forma incorrecta	Interpreta los resultados correctamente pero con pocos fundamentos	Interpreta los resultados correctamente fundamentados
Produce conclusiones de un informe técnico bien fundamentadas	No produce conclusiones de un informe técnico	Produce pocas conclusiones correctas	Produce conclusiones con pocos fundamentos	Produce conclusiones bien fundamentadas

Figura 3. Rúbrica para evaluación de informe.

Fuente: elaboración propia

Para la calificación, se suman los puntos obtenidos y se divide en la cantidad máxima posible, luego se expresa en porcentaje. Para un estudiante con 28 puntos, sobre 32 totales, su calificación será del 88%.

Rúbrica para la exposición de resultados

La rúbrica para la exposición oral de resultados se muestra a continuación, en la Figura 4:

Criterio	Insuficiente (1)	Necesita mejorar (2)	Satisfactorio (3)	Sobresaliente (4)
Delimita el problema y lo formula claramente.	En su participación, no delimita el problema	En su participación, delimita el problema pero no lo formula	En su participación, delimita el problema y lo formula con dificultad	En su participación, delimita el problema y lo formula claramente
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	En su participación, no expresa las alternativas de solución	En su participación, expresa algunas alternativas sin emplear vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas con algo de vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas empleando vocabulario técnico
Fundamenta de manera clara los pasos necesarios para un análisis químico.	En su participación, no fundamenta los pasos analíticos	En su participación, fundamenta los pasos incorrectamente	En su participación, fundamenta los pasos con dificultad	En su participación, fundamenta los pasos claramente
Demuestra compromiso y responsabilidad dentro del equipo.	En su participación, no demuestra compromiso ni responsabilidad	En su participación, demuestra poco compromiso o responsabilidad	En su participación, demuestra compromiso y responsabilidad limitados	En su participación, demuestra gran compromiso y responsabilidad
Demuestra honestidad y confidencialidad a la hora de exponer	En su participación, no demuestra honestidad y confidencialidad	En su participación, demuestra confidencialidad pero no honestidad	En su participación, demuestra honestidad pero no confidencialidad	En su participación, demuestra honestidad y confidencialidad

Figura 4. Rúbrica para evaluación de exposición.

Fuente: elaboración propia

Para la calificación, se suman los puntos obtenidos y se divide en la cantidad máxima posible, luego se expresa en porcentaje. Para un estudiante con 17 puntos, sobre 20 totales, su calificación será del 85%.

Diseño de la evaluación parcial

Para la evaluación parcial se emplean preguntas abiertas conceptuales y ejercicios de la práctica, para su resolución por escrito. Las preguntas abiertas se formulan de manera que los conceptos teóricos sean integrados a las actividades llevadas a cabo en los trabajos prácticos de laboratorio, por ejemplo, en vez de preguntar “¿Qué cantidad de reactivos se debe agregar en el práctico?” se reformula la pregunta a “Si la cantidad de reactivo agregado en la práctica es insuficiente: a) ¿cómo se detecta en el laboratorio?, b) ¿qué consecuencias tendrá en el procedimiento?, c) ¿qué tipo de error ocurrirá?”. Estas preguntas, ponen en contexto los conceptos e indagan sobre situaciones realistas, orientadas a la resolución de situaciones problemáticas.

Para la evaluación de las habilidades prácticas se incorporan preguntas relacionadas a las experiencias particulares de cada trabajo, por ejemplo: “Durante la práctica de cobre, en la etapa de eliminación de interferencias se observó la formación de un precipitado blanco que no estaba contemplado ¿qué sustancia precipitó? ¿por qué pudo haber sucedido?”. Para responder este tipo de preguntas, el estudiante necesita haber revisado todas las actividades del trabajo práctico, así como el informe y la exposición de los resultados. En el Anexo V se tiene la Evaluación Parcial sobre los temas vistos.

FASE DE EJECUCIÓN

Para la fase de ejecución de la propuesta, se llevó a cabo una prueba piloto en el dictado de la asignatura Análisis de Menas en el año 2024.

Se desarrolló la propuesta mediante las actividades diseñadas durante ocho sesiones en el aula, en las modalidades de clase teórica, teórico-práctica, práctica de ejercicios y práctica de laboratorio. Las evaluaciones del proceso se llevaron a cabo de forma individual y grupal, mientras que la evaluación final fue individual.

Participantes de la prueba piloto

Participaron de la prueba piloto 17 estudiantes. La distribución por sexo fue de: 9 mujeres y 8 varones.

Asistencia a clases

La asistencia a clases prácticas fue del 100%, mientras que para las clases teóricas o teórico prácticas fue del 80%.

Actividades llevadas a cabo

Las actividades se llevaron a cabo según el siguiente cronograma (Cuadro 18):

Cuadro 18. Cronograma de actividades.

	Clase magistral
1	Dialogo dirigido
Virtual	Lectura de Material de Clase
	Clase magistral
2	Dialogo dirigido
Virtual	Ánalisis de recursos multimedia en Moodle
Virtual	Preguntas abiertas en Moodle
	3 Resolución de Guía de Ejercicios
Virtual	Prueba objetiva en Moodle
	Trabajo Práctico de Laboratorio y
4	Resolución de Ejercicios
	5 Trabajo Práctico de Laboratorio
	6 Tutoría sobre Informe y Exposición
	7 Exposición de resultados
	8 Evaluación parcial

Fuente: elaboración propia

Implementación de los instrumentos de evaluación

En los trabajos prácticos se emplearon los instrumentos de evaluación diseñados. Las evaluaciones por listas de cotejo se realizaron de forma individual durante la ejecución del TP, mientras que las rúbricas para la evaluación de los informes de laboratorio fueron grupales. La evaluación de la exposición fue individual. A continuación, en la Figura 5, se muestran los resultados de cada evaluación, y de la evaluación parcial sumativa:

Estudiante	Lista de cotejo TP 1	Lista de cotejo TP 2	Rúbrica Informe 1	Rúbrica Informe 2	Rúbrica Exposición	Parcial
Estudiante 1	82%	100%	81%	84%	85%	7,50
Estudiante 2	94%	82%	81%	84%	85%	7,00
Estudiante 3	94%	100%	81%	84%	90%	6,50
Estudiante 4	100%	100%	81%	84%	90%	8,00
Estudiante 5	88%	82%	88%	88%	80%	7,00
Estudiante 6	94%	100%	88%	88%	100%	8,00
Estudiante 7	100%	82%	88%	88%	90%	7,50
Estudiante 8	94%	100%	88%	88%	90%	8,00
Estudiante 9	100%	100%	97%	94%	100%	8,50
Estudiante 10	100%	100%	97%	94%	100%	9,50
Estudiante 11	94%	94%	97%	94%	90%	8,50
Estudiante 12	100%	94%	97%	94%	95%	9,50
Estudiante 13	88%	100%	78%	81%	85%	7,00
Estudiante 14	100%	94%	78%	81%	75%	5,50
Estudiante 15	82%	94%	78%	81%	75%	6,00
Estudiante 16	76%	88%	78%	81%	80%	5,00
Estudiante 17	82%	82%	78%	81%	75%	6,00

Figura 5. Resultados de evaluaciones.

Fuente: elaboración propia

Se grafica a continuación (Figura 6) la relación entre los resultados de las evaluaciones formativas y la evaluación sumativa. Para cada estudiante se toma el promedio de calificaciones de las listas de cotejo (naranja) y de las rúbricas (azul) y se agrega un punto en la intersección con la calificación del parcial:

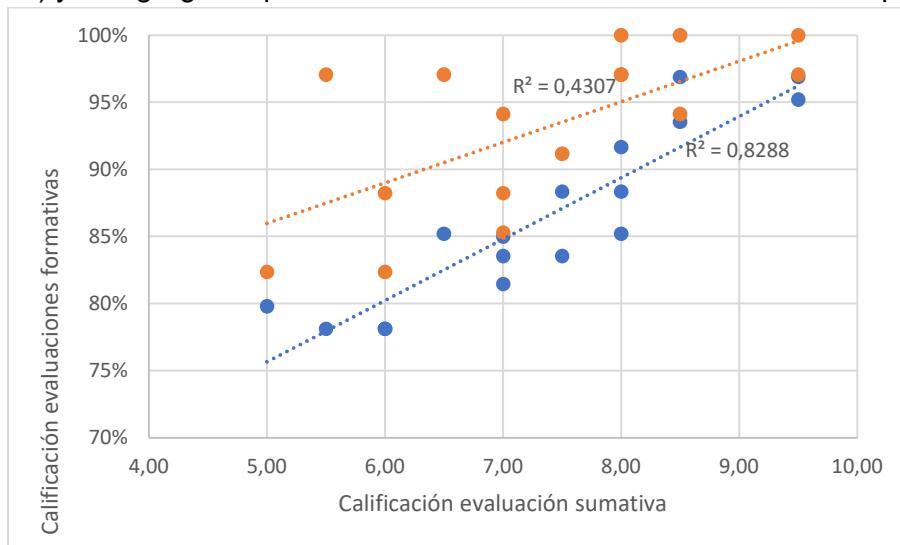


Figura 6. Correlación entre evaluaciones sumativa y formativas

Fuente: elaboración propia

Se observa una correlación positiva entre la calificación obtenida por los estudiantes en las evaluaciones formativas y las calificaciones en la evaluación sumativa. Esta correlación entre calificaciones es más significativa para las evaluaciones mediante rúbricas. En el caso de las listas de cotejo, si bien la correlación no es tan marcada, las calificaciones obtenidas son más altas, en general, que en las rúbricas.

FASE DE EVALUACIÓN

Modificaciones realizadas respecto del modelo tradicional de evaluación

La propuesta de innovación contempló la incorporación de evaluaciones formativas orientadas al desarrollo de habilidades prácticas, como la manipulación de elementos de laboratorio, el uso de elementos de protección personal y la contextualización de las labores dentro del ámbito minera. Además, las cuestiones actitudinales y sociales se fomentaron a través del trabajo en equipos, donde se evaluaron aspectos como la asunción y respeto de roles, compromiso, comunicación efectiva y honestidad.

En el desarrollo de las clases presenciales y las actividades virtuales, se trataron los contenidos mayormente de forma teórico práctica, teniendo a la ejemplificación y la resolución de problemas como las principales técnicas empleadas para integrar los conceptos en los procedimientos prácticos de laboratorio.

Los trabajos prácticos de laboratorio se modificaron, pasando de ser una guía procedural a un documento que contextualiza la práctica y problematiza acerca de ella.

Si bien la evaluación sumativa no se modificó respecto al instrumento tradicionalmente empleado, las preguntas abiertas del parcial escrito si se vieron cambiadas, incorporando cuestiones prácticas de laboratorio, relacionadas a las evaluaciones formativas.

Resultados de aprendizaje y niveles de desempeño

Los instrumentos empleados para la evaluación formativa permitieron recabar información acerca de los niveles de desempeño de los estudiantes, previo a la evaluación parcial. En ningún caso, la calificación de cada estudiante en los distintos instrumentos bajó del 75% para cada criterio de evaluación propuesto.

Se observa que la calificación en las evaluaciones parciales se correlaciona con las calificaciones obtenidas en las evaluaciones formativas por rúbricas, dando un coeficiente de correlación cercano de 0,83. La correlación entre las calificaciones de las listas de cotejo y los parciales es de 0,43, bastante menor a la de las rúbricas.

Evaluación de la propuesta realizada por los estudiantes

Al finalizar la propuesta de innovación, se realizó una encuesta anónima de valoración a los estudiantes, por medio de un Formulario de Google. Las

opciones de respuestas para cada pregunta fueron “totalmente de acuerdo”, “algo de acuerdo”, “en desacuerdo”, y “totalmente en desacuerdo”. Los resultados fueron los siguientes:

1- ¿Consideras que la asignatura te proporcionó las habilidades necesarias para resolver problemas relacionados a la química analítica en el ámbito de la ingeniería de minas?

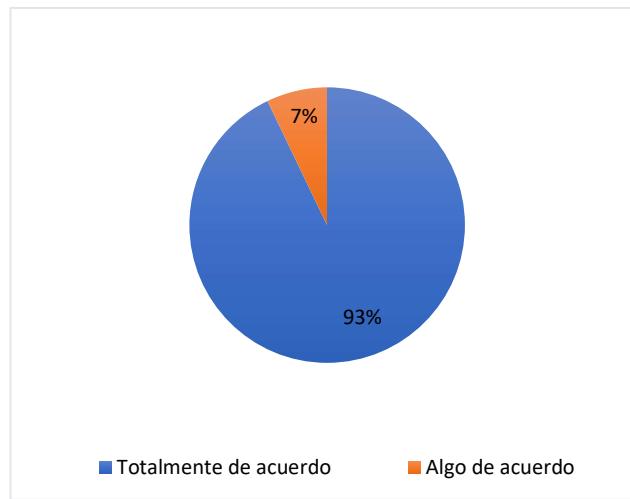


Figura 7. ¿Consideras que la asignatura te proporcionó las habilidades necesarias para resolver problemas relacionados a la química analítica en el ámbito de la ingeniería de minas?

2- ¿Crees que las actividades prácticas de la asignatura te prepararon para manipular de forma adecuada y segura los elementos de laboratorio necesarios en los procesos de análisis químico?

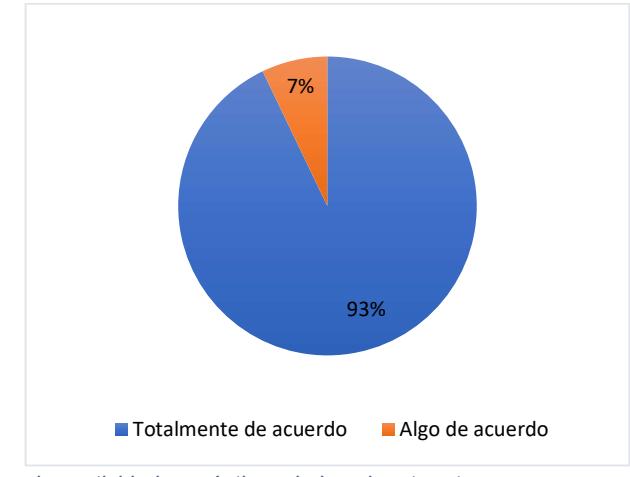


Figura 8. ¿Crees que las actividades prácticas de la asignatura te prepararon para manipular de forma adecuada y segura los elementos de laboratorio necesarios en los procesos de análisis químico?

3- ¿Piensas que la asignatura te preparó para emplear métodos e instrumentos tecnológicos de manera efectiva considerando el contexto particular de cada situación en el laboratorio?

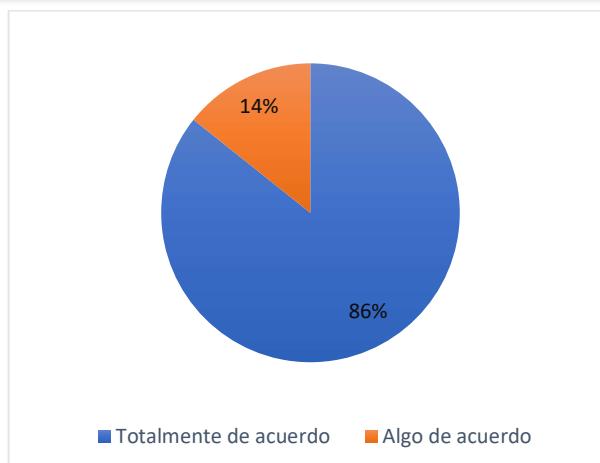


Figura 9. ¿Piensas que la asignatura te preparó para emplear métodos e instrumentos tecnológicos de manera efectiva considerando el contexto particular de cada situación en el laboratorio?

4-¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte oralmente de manera clara y efectiva?

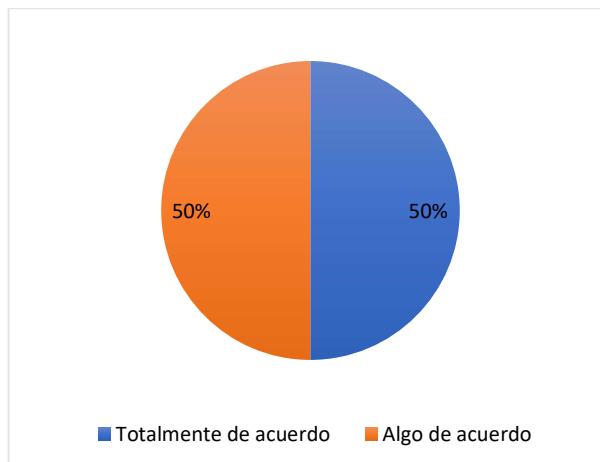


Figura 10. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte oralmente de manera clara y efectiva?

5-¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de habilidades relacionadas al trabajo en equipos?

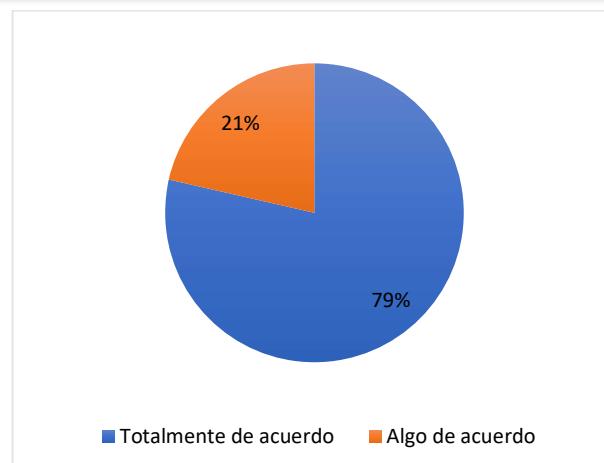


Figura 11. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de habilidades relacionadas al trabajo en equipos?

6-¿Crees que la asignatura te brindó oportunidades suficientes para mejorar tus habilidades en lo que respecta a la gestión del tiempo y toma de decisiones frente a distintas situaciones dentro de un laboratorio?

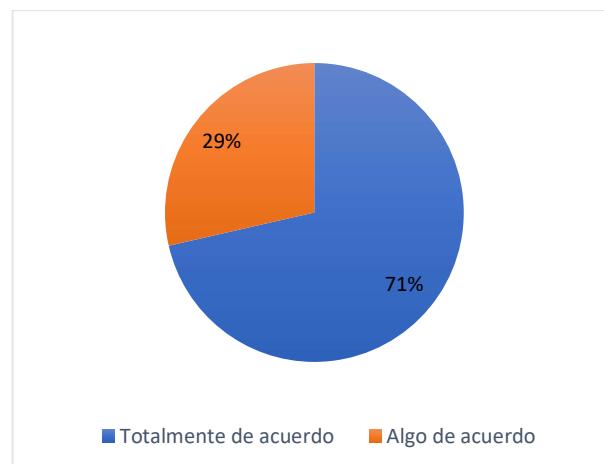


Figura 12. ¿Crees que la asignatura te brindó oportunidades suficientes para mejorar tus habilidades en lo que respecta a la gestión del tiempo y toma de decisiones frente a distintas situaciones dentro de un laboratorio?

7-¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte de manera clara y efectiva en textos e informes escritos?

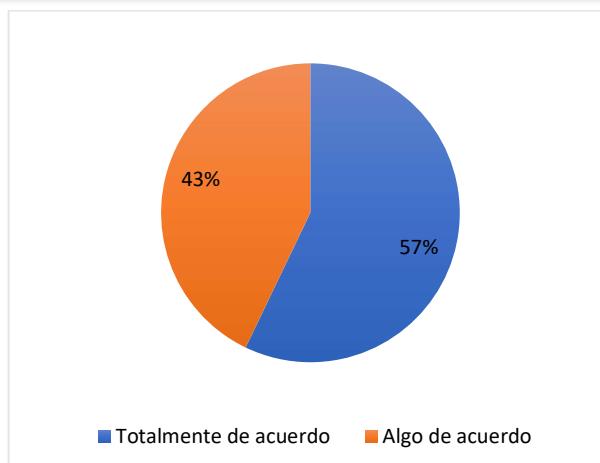


Figura 13. ¿Consideras que las actividades realizadas en la asignatura promovieron el desarrollo de tu habilidad para comunicarte de manera clara y efectiva en textos e informes escritos?

Las preguntas estuvieron orientadas a conocer la percepción por parte del estudiante acerca del desarrollo de sus capacidades técnicas y sociales, que a su vez se relacionan con los resultados de aprendizaje de la propuesta de innovación. Las respuestas en concordancia con los enunciados, reflejan que el estudiante se percibe a sí mismo capaz de desarrollar las actividades de forma competente.

Los resultados obtenidos muestran sin excepciones, que los estudiantes estuvieron de acuerdo con los enunciados. Donde los mayores grados de concordancia se dieron para las capacidades de resolución de problemas, empleo de métodos y técnicas científicas, manipulación de elementos y trabajo en equipo. Mientras que las habilidades sociales como comunicación efectiva tanto oral como escrita, gestión del tiempo y toma de decisiones tuvieron una menor concordancia, pero aun así, con resultados satisfactorios.

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Discusión

Se plantean y discuten distintos aspectos sobre la evaluación por competencias abordada en este trabajo.

Competencias definidas

Las competencias de egreso del ingeniero iberoamericano (CONFEDI, 2014) fueron el punto de partida para la definición de las competencias a desarrollar y evaluar dentro de la propuesta de innovación, en este sentido, Cólás et al. (2019) citado por Riera Bravo et al. (2023), considera clave la definición clara de las competencias al implementar este enfoque pedagógico. Además, menciona que la determinación de competencias dentro de cada espacio curricular, puede realizarse con la colaboración otros educadores, del equipo de gestión y los estudiantes mismos. En el caso del presente trabajo, la definición de las competencias se realizó, en primera instancia, dentro del equipo de cátedra, sin la colaboración directa de otras cátedras o los equipos de gestión. Sin embargo, el Departamento de Minas, trabajó simultáneamente en la elaboración de una matriz para la acreditación de competencias dentro de la carrera de Ingeniería de Minas, en vísperas del próximo proceso de acreditación de carreras de CONEAU.

En este sentido, resultó fundamental la contrastación de las competencias propuestas por la cátedra, con las que otras cátedras propusieron, evitando solapamientos u omisiones, buscando promover un progreso gradual en el dominio de las competencias desde el inicio hasta el fin de la carrera.

Metodología de enseñanza

La enseñanza por competencias requiere de la planificación de actividades didácticas que promuevan la aplicación práctica de los contenidos. En el caso de las prácticas de laboratorio, los procedimientos escritos para la ejecución de experiencias requieren de una moderada demanda cognitiva para su desarrollo, dado que a modo de “receta de cocina” las guías solo describen los pasos a seguir secuencialmente, sin posibilidad de variantes. Lorenzo, Reverdito, Perillo y Salerno (2001) citados por Lorenzo (2020) distinguen entre los procedimientos intelectuales y sensoriomotores, realizados por estudiantes durante las clases prácticas de laboratorio. En el caso de los prácticos basados en guías o procedimientos escritos de laboratorio, las demandas intelectuales están orientadas a la comprensión de textos, identificación de elementos y técnicas. Para lograr una mayor profundización en el aprendizaje y el desarrollo de

competencias, fue fundamental incorporar actividades dentro de la propuesta de innovación, que estimulen la reflexión crítica, la resolución de problemas y la creatividad de los estudiantes. Lo que implicó transformar los procedimientos escritos tradicionales en herramientas más dinámicas y abiertas, permitiendo a los estudiantes tomar decisiones basadas en la información que poseen y en la observación de resultados experimentales, tal como recomiendan Gil Pérez y Valdés Castro (1996), citados en Lorenzo (2020).

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

Los resultados de aprendizaje son componentes concretos y medibles que, en conjunto, contribuyen al desarrollo de una competencia. Es posible afirmar que el estudiante que alcanza los resultados de aprendizaje a lo largo de su formación adquiere las competencias de egreso necesarias para desempeñarse en un área profesional.

En la presente propuesta de innovación, los resultados de aprendizaje definidos abarcaron e interconectaron distintas competencias de egreso del ingeniero de minas. La descomposición de estas competencias en proposiciones simples, específicas y medibles permite, por un lado, realizar un seguimiento gradual de la progresión del estudiante y, por otro, facilita la redacción de los criterios de evaluación, ofreciendo a los estudiantes una comprensión clara de los aspectos esenciales del tema abordado (Neil, 2024).

Los criterios de evaluación de esta propuesta fueron discutidos dentro de la cátedra, teniendo en cuenta que, durante las prácticas de laboratorio, la cantidad de estudiantes y el tiempo de ejecución representan limitaciones para asegurar una evaluación exhaustiva e individualizada. Por esta razón, en las prácticas de laboratorio se optó por el uso de indicadores específicos dentro de cada criterio de evaluación, con el fin de agilizar y optimizar el proceso evaluativo.

En cambio, para la evaluación de los informes y la exposición final, se emplearon criterios más generales, permitiendo la contrastación de diferentes niveles de logro en cada uno.

Evaluaciones formativas

En la presente propuesta se hizo hincapié en las evaluaciones de carácter formativo. Antes del inicio de cada práctica de laboratorio, cada estudiante realizó un cuestionario virtual de preguntas teóricas, con retroalimentación automática, a modo de preparación para el trabajo práctico.

Posteriormente, las evaluaciones formativas empleadas durante la ejecución de las prácticas de laboratorio, estuvieron orientadas principalmente a la observación de evidencias en cuanto a destrezas y habilidades en la manipulación de elementos, a la identificación de elementos de laboratorio y sus características técnicas y a las capacidades de comunicación y trabajo en equipo.

De acuerdo con Morales López et al. (2020) la ventaja de la técnica de observación es que permite medir objetivos muy específicos, tareas muy concretas, más fáciles de comprobar. Mientras que sus limitaciones consisten en que requieren de tiempo para su elaboración y se puede caer en subjetividades si se tiene un evaluador poco experimentado.

En esta propuesta de innovación, la duración y cantidad de estudiantes en las prácticas, fue el principal factor limitante. Si bien el equipo de cátedra se compone por más de una persona, observar y evaluar diferentes y diversos aspectos en casi 17 estudiantes, demandó casi la totalidad del tiempo de la práctica de 3 horas, más allá de que se emplearon las listas de cotejo relativamente simples, la dinámica de la práctica hizo que se deba “saltar” de un estudiante a otro y de un criterio a otro en vez de evaluar a un estudiante por vez en todos los criterios, lo que dificultó la tarea.

Las rúbricas para el informe de laboratorio permitieron que los estudiantes conozcan su desempeño en aspectos como la producción escrita, la identificación y resolución de situaciones problemáticas e interpretación de resultados. Este instrumento, permite que los estudiantes sean conscientes de lo que se espera, además de facilitar la evaluación y lograr mayor objetividad en la observación de las evidencias de aprendizaje (Martínez Martínez, 2009). En este caso, al ser una evaluación grupal y escrita, los tiempos para la evaluación fueron significativamente más amplios, lo que permitió diferenciar de mejor manera los niveles de desempeño en cada criterio empleado.

Las rúbricas para la exposición oral de resultados estuvieron orientadas principalmente a cuestiones como la expresión oral, la fundamentación técnica y el compromiso para con el grupo y la labor. Se evitó que la cantidad de criterios y niveles sea excesiva (Neil, 2024), manteniendo la claridad para los estudiantes y de manera de poder evaluar individualmente a cada estudiante durante la exposición grupal.

En todos los casos, las evaluaciones tuvieron la retroalimentación pertinente, ya sea automática como en el cuestionario o en el caso de las listas de cotejo y rúbricas, la oportunidad de establecer diálogos entre estudiantes y docentes en base al instrumento empleado.

Si bien estas instancias están pensadas para la preparación del estudiante para la evaluación formativa, y en todos los casos la calificación superó el 75%, se deberá contemplar la posibilidad de casos en donde las calificaciones sean demasiado bajas y la retroalimentación dialógica insuficiente para la mejora de las capacidades. Instancias de consultas prácticas, de habilidades de laboratorio o sociales pueden ser requeridas en estos casos.

Evaluación sumativa

En la evaluación sumativa se incorporaron preguntas abiertas relacionadas con los criterios de evaluación adoptados en la asignatura y evaluados anteriormente en las evaluaciones formativas. Los resultados obtenidos muestran una correlación positiva entre las calificaciones obtenidas en las rúbricas y las evaluaciones parciales, sin embargo, la correlación entre las listas de cotejo y los parciales es menor debido a que las habilidades sociales como el trabajo en equipo, la responsabilidad para cumplir roles o las habilidades técnicas como la manipulación de los elementos de laboratorio, no pueden observarse, al menos directamente, en una evaluación escrita. En cambio, las rúbricas estuvieron fuertemente orientadas a la identificación y resolución de problemas, a la expresión escrita con vocabulario técnico y otras habilidades analíticas, que en evaluaciones escritas son más fáciles de instrumentar.

Conclusiones

La implementación del enfoque por competencias en la enseñanza de la ingeniería exige del cuerpo docente una planificación detallada y un rediseño de las estrategias didácticas, así como la selección adecuada de instrumentos de evaluación que permitan valorar el aprendizaje de manera integral. Este proceso requiere de una planificación orientada al desarrollo de experiencias áulicas superadoras, como así también de flexibilidad en la ejecución, contemplando distintos escenarios en un espacio donde el estudiante puede tomar decisiones variadas. Este enfoque implica una transformación en la manera de abordar los contenidos, diseñar actividades y evaluar el desempeño de los estudiantes. La integración de metodologías como el aprendizaje basado en problemas y resolución de ejercicios, sumada la necesidad de adaptar la evaluación a un modelo centrado en competencias requieren una constante actualización y trabajo colaborativo, lo que supone un desafío adicional en términos de carga horaria y capacitación para el cuerpo docente.

A pesar de estas exigencias, los beneficios del uso de las metodologías activas son evidentes, en lo que respecta al aprendizaje del estudiante. La evaluación deja de ser únicamente un mecanismo de calificación y se convierte en un recurso fundamental para la mejora continua, proporcionando información

valiosa tanto para el estudiante como para el docente. Los instrumentos utilizados permiten un seguimiento detallado del desarrollo de competencias, facilitando la identificación de fortalezas y áreas de mejora. Para el estudiante, esta información clarifica los resultados de aprendizaje y le brinda pautas concretas para su progreso académico. Para el docente, en cambio, aporta evidencia sobre la efectividad de las estrategias didácticas implementadas, lo que favorece la toma de decisiones informadas para la optimización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En esta propuesta de innovación, el análisis de los instrumentos de evaluación empleados sugiere que ciertos enfoques formativos reflejan mejor el desempeño de los estudiantes en las evaluaciones sumativas. En particular, las listas de cotejo han resultado especialmente útiles para evaluar competencias prácticas y actitudinales, asegurando que los estudiantes desarrollen habilidades esenciales para su desempeño profesional. Por otro lado, las rúbricas y los exámenes parciales se han mostrado más adecuados para la evaluación de conocimientos conceptuales y habilidades analíticas, permitiendo valorar con mayor precisión el nivel de comprensión y aplicación de los contenidos teóricos.

En este proceso, se cumplieron los objetivos propuestos. Se identificaron y definieron las competencias específicas y genéricas de la asignatura, asegurando que el proceso formativo responda a las exigencias académicas y profesionales. Luego, se analizó la evaluación tradicional, permitiendo comprender sus limitaciones y detectar oportunidades de mejora. Con base en ello, se diseñaron estrategias alineadas con el enfoque por competencias, priorizando la observación sistemática y la evaluación integral. La implementación del nuevo sistema de evaluación permitió valorar el impacto en el aprendizaje, evidenciando una mayor apropiación de los contenidos y una mejor disposición de los estudiantes hacia la resolución de problemas complejos.

Un aspecto clave de la propuesta fue la reformulación de los trabajos prácticos de laboratorio. Se buscó contextualizar los ejercicios para reflejar situaciones reales del ámbito profesional, permitiendo a los estudiantes movilizar conocimientos con mayor flexibilidad. Esta modificación impulsó un aprendizaje más significativo y favoreció la integración de saberes, alineándose con el desarrollo de competencias transversales necesarias en la formación de ingenieros.

Los resultados de las encuestas realizadas en la cátedra reflejan una valoración positiva por parte de los estudiantes respecto a la propuesta. Todos los estudiantes encuestados consideraron que las actividades implementadas promovieron en ellos el desarrollo de capacidades clave, como la resolución de problemas, el manejo de elementos de laboratorio, la expresión oral y escrita, y el trabajo en equipo. Esta percepción refuerza la efectividad de la metodología

empleada, evidenciando que la estructura didáctica aplicada favoreció un aprendizaje más autónomo y aplicado a la práctica profesional.

Por último, la evaluación de los resultados de la implementación demostró que el desarrollo de las competencias propuestas fue satisfactorio, reflejándose en la mejora del desempeño estudiantil y en la apropiación de conocimientos de manera más autónoma y aplicada. Si bien la implementación de este enfoque requiere una planificación rigurosa y una adaptación constante, los resultados obtenidos permiten concluir que el enfoque por competencias representa un modelo educativo eficiente. Su aplicación puede extenderse a otras asignaturas dentro de la carrera de ingeniería, favoreciendo la alineación con las demandas del mundo profesional y los estándares de acreditación vigentes.

Recomendaciones

La enseñanza por competencias en ingeniería exige una planificación cuidadosa de contenidos, metodologías y estrategias de evaluación. A partir de la prueba piloto realizada, se presentan las siguientes recomendaciones para optimizar su implementación:

Sobre la selección de contenidos y actividades

Dado que el desarrollo de cada contenido bajo este enfoque requiere más tiempo que en la enseñanza tradicional, es crucial priorizar y jerarquizar los temas más relevantes. Se recomienda reformular los programas de estudio para enfocarse en aquellos contenidos fundamentales para la formación profesional, permitiendo su profundización y aplicación en contextos reales. Asimismo, es importante diseñar actividades que promuevan el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias prácticas, optimizando el tiempo disponible en cada unidad temática.

Sobre los trabajos prácticos

Los trabajos prácticos deben transformarse en espacios de aprendizaje contextualizados, donde los estudiantes puedan aplicar conocimientos y desarrollar habilidades en la resolución de problemas reales. Se recomienda estructurar actividades experimentales que incentiven la autonomía, la toma de decisiones y el pensamiento crítico. Además, la implementación de metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas, contribuirá a un mayor aprovechamiento de los recursos de laboratorio y al fortalecimiento de las competencias profesionales.

Sobre las evaluaciones formativas

Es fundamental fomentar instancias de evaluación formativa que permitan un proceso de aprendizaje reflexivo y autónomo. Se recomienda la implementación de espacios de diálogo en los que docentes y estudiantes puedan discutir los criterios de evaluación y su relación con los resultados de aprendizaje esperados. Entre las estrategias sugeridas, se destaca el "one-minute paper", una técnica en la que los estudiantes responden en un minuto preguntas clave como: ¿Qué aprendí hoy? o ¿Qué me resultó más difícil de comprender? Esto les permite reflexionar sobre su propio aprendizaje y brinda a los docentes información inmediata para ajustar su enseñanza. También se sugiere incorporar la autoevaluación y la coevaluación, promoviendo la metacognición y la mejora continua.

Sobre la evaluación sumativa

Las evaluaciones sumativas deben valorar no solo el conocimiento conceptual, sino también las habilidades prácticas y el trabajo en equipo. Se recomienda diseñar instrumentos de evaluación que reflejen el desempeño integral del estudiante, como rúbricas para evaluar competencias complejas y listas de cotejo para registrar habilidades observables en contextos experimentales. Además, es importante que los criterios de evaluación e indicadores sean puntuales y acotados, ya que evaluar simultáneamente a varios estudiantes en diferentes indicadores puede resultar difícil y afectar la objetividad de la evaluación. Definir criterios claros y específicos facilitará la observación y el registro de desempeños individuales, asegurando una retroalimentación más efectiva. Asimismo, la inclusión de actividades evaluativas que simulen escenarios reales permitirá a los estudiantes demostrar sus competencias en situaciones aplicadas.

Sobre la evaluación de los resultados de aprendizaje

Para garantizar la efectividad del enfoque por competencias, se deben implementar mecanismos que permitan evaluar el impacto de las metodologías activas en la formación de los estudiantes. Se recomienda la aplicación de encuestas al final del curso para conocer la percepción de los estudiantes sobre las estrategias implementadas y detectar oportunidades de mejora. La información obtenida debe utilizarse para ajustar los procesos de enseñanza y evaluación, asegurando una alineación efectiva entre los objetivos del curso y los resultados alcanzados.

Sobre la socialización de la innovación educativa

La difusión de experiencias y resultados obtenidos en la enseñanza por competencias es clave para su consolidación y expansión. Se recomienda:

- Compartir las buenas prácticas con otros docentes para incentivar el desarrollo de metodologías innovadoras.
- Promover espacios de reflexión sobre la práctica docente y su adaptación a escenarios basados en problemas de ingeniería.
- Favorecer estrategias que potencien el aprendizaje significativo, permitiendo a los estudiantes integrar nuevos conocimientos de manera efectiva.
- Ofrecer un modelo flexible que pueda ser ajustado y aplicado en otras asignaturas, facilitando su replicabilidad en diferentes contextos educativos.
- Si bien la enseñanza por competencias demanda un mayor esfuerzo en planificación y ejecución, sus beneficios en la formación profesional de los estudiantes son evidentes. Este enfoque fortalece habilidades esenciales y mejora la preparación para los desafíos del campo laboral, consolidando un aprendizaje más profundo y significativo.

REFERENCIAS

- Andrade, R., y Hernández, S. (2010). El enfoque de competencias y el currículum de Bachillerato en México. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 8(1), 481-508.
- Anijovich, R., y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Anijovich, R., y González, C. (2011). *Evaluación para aprender. Conceptos e instrumentos*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor.
- Barraza Macías, A. (2013). *¿Cómo elaborar proyectos de innovación educativa?* Universidad Pedagógica de Durango. ISBN 978-607-95185-5-4.
- Blázquez Ruiz, M., Priego Capote, F., Obrero, G., y Delgado Povedano, M. (2018). Desarrollo de un método para la evaluación de la adquisición de competencias y su comparación con el sistema tradicional de evaluación en asignaturas del grado de química. *Revista de innovación y buenas prácticas docentes*, 7. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v7i0.11667>
- CONFEDI. (2014). *Competencias en ingeniería* (1ra ed.). Buenos Aires, Argentina: Universidad de FASTA Ediciones.
- CONFEDI. (2017). *Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería*. Oro Verde, Argentina.
- CONFEDI. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina “Libro Rojo de CONFEDI”*. Universidad FASTA Ediciones.
- Demuth, P., Fernández, M., Navarro, V., Yarros, B., Sánchez, E., y Alegre, M. (2020). *La evaluación auténtica para los aprendizajes: marcos de referencia y acción*. ResearchGate. <https://n9.cl/vq0r5>
- Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, 28(111), 7-36.
- Flores, C. V. (2019). *Evaluación por competencias en la Carrera Ingeniería en Informática de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCA*. Editorial Científica Universitaria. ISBN 978-987-661-348-4.
- Forteà Bagán, M. (2019). *Metodologías didácticas para la enseñanza. Aprendizaje de competencias*. Unitat de Suport Educatiu de la Universitat Jaume I.
- García Acosta, J., y García González, M. (2022). La evaluación por competencias en el proceso de formación. *Revista Cubana de Educación Superior*, 41(2), 22.

- García Retana, J. Á. (2011). Modelo educativo basado en competencias: Importancia y necesidad. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación*, 11(3), 1-24.
- Herrera Collins, A., Rojas Ortega, E., Garduño Herrera, G., Rivera Espinosa, J., Osorio González, B., y Escobar Martínez, F. (2010). *Manual: Cómo elaborar pruebas objetivas*. Instituto Politécnico Nacional.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- Hincapié Parejo, N., y Clemenza de Araujo, C. (2022). Evaluación de los aprendizajes por competencias: una mirada teórica desde el contexto colombiano. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(1), 1-15.
- Huerta, M. (2014). Formación por competencias a través del aprendizaje estratégico. *Revista de Investigación Universidad Le Cordon Bleu*, 2(1), 57-67.
- Lencina, M., y Flores, C. V. (2022). Conceptos relacionados a la Evaluación de los aprendizajes. Material del Seminario: *Evaluación del Proceso Formativo en el campo de las Disciplinas Tecnológicas*. Universidad Nacional de Catamarca.
- Lorenzo, M. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 20.
- Macanchí Pico, L., y Orozco Castillo, B. (2020). Innovación educativa, pedagógica y didáctica. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 12(1).
- Martínez Martínez, M. R. (Ed.). (2009). *Guía para la evaluación de competencias en los laboratorios en el ámbito de Ciencias y Tecnología*. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.
- Morales López, S., Hershberger del Arenal, R., y Acosta Arreguín, E. (2020). Evaluación por competencias: ¿cómo se hace? *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 63(3), 46-56.
<https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.08>
- Moreno Olivos, T. (2016). *Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje: reinventar la evaluación en el aula*. México: UAM, Unidad Cuajimalpa.
- Neil, C. (2024). *Marco conceptual para la definición, desarrollo y evaluación de competencias*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Iberoamericana de Estudios Superiores.
- Pacheco Salazar, B., y Herrera, V. (2015). *Proyectos educativos innovadores: Guía orientativa para su diseño e implementación*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

- Padin, E., y Porro, S. (2017). ¿Qué evaluamos cuando evaluamos los trabajos de laboratorio? *I Jornadas sobre Enseñanza y Aprendizaje en el Nivel Superior en Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Riera Bravo, J., Castillo Miranda, M., Campoverde Naula, M., y Uyaguari Brito, S. (2023). La evaluación de los aprendizajes desde el enfoque por competencias. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.7000
- Robein, Y., Alonso, F., Álvarez, M., Domini, C., Hernández, S., y Garrido, M. (2015). X Jornadas Nacionales y VII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria. *Anales de la Asociación Química Argentina*, 102.
- Rodríguez, Á. F., Mendoza, M. M., y Cargua, N. I. (2019). El proyecto integrador de saberes, una oportunidad para aprender a aprender. *Emás F, Revista Digital de Educación Física*, 10(57), 62-77.
- Rodríguez, B., y Méndez de Carrera, D. (2020). Evaluación de una estrategia didáctica orientada al desarrollo de competencias en el laboratorio de química. *Revista EDUCAB*, 11.
- Steiman, J. (2012). *Más didáctica en la educación superior*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de San Martín.
- Tacca Huamán, C. (2011). El nuevo enfoque pedagógico: las competencias. *Revista Ecuatoriana de Investigación Educativa*, 15(28), 163-185.
- Tortajada Genaro, L., y Noguera Murray, P. (2013). Diseño y aplicación de las rúbricas en la evaluación in situ del aprendizaje en el laboratorio. *Revista Educativa Hekademos*, 13.
- Vera López, S., Castro Puyana, M., Crego Navazo, A., Escarpa Miguel, A., García López, M., Gil García, M., Ruiz Zapata, B., García González, M., y San Andrés Lledó, M. (2018). Evaluación de competencias prácticas en asignaturas de química analítica. *Actualidad Analítica*, 63. Boletín de la Sociedad Española de Química Analítica. Oviedo, Asturias, España. ISSN 2444-8188.
- Viera, L., Ramírez, S., y Fleisner, A. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educación Química*, 28, 262-268.
- Villa Sánchez, A., y Poblete Ruíz, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao, España: Universidad de Deusto.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA			
FACULTAD DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS APLICADAS			
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS			
PROGRAMA DE ACTIVIDAD CURRICULAR: ANÁLISIS DE MENAS			Código: 1114 Área: Tecnologías Básicas Plan: 2004
Carga horaria Total: 150 HORAS			Curso: 3º Régimen: Anual Cuatrimestre: Anual
Horas			
Teórico	Actividad Práctica		
	FE ¹	RPI ²	ADyP ³
60	60	30	--
Correlativas			
1107: Química Analítica			
OBJETIVOS: Que al finalizar la asignatura el estudiante logre: <ul style="list-style-type: none">◆ Caracterizar las etapas de un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos utilizados en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con su fundamentación teórica.◆ Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para la protección de la integridad física personal y del medio ambiente.			

¹ FE: Horas dedicadas a la Formación Experimental

² RPI: Horas dedicadas a la Resolución de Problemas de Ingeniería

³ ADyP: Horas dedicadas a las Actividades de Diseño y Proyecto

- ♦ Desarrollar soluciones creativas a las problemáticas que se presenten durante las prácticas de laboratorio, basadas en los fundamentos técnicos y científicos estudiados.
- ♦ Detectar posibles causas de error durante un análisis químico de laboratorio, deducir sus consecuencias y las medidas preventivas y/o correctivas requeridas.
- ♦ Participar activamente en los seminarios, talleres y prácticas de laboratorio, expresándose en forma clara empleando vocabulario técnico.
- ♦ Demostrar disciplina y buenos hábitos de conducta al trabajar en equipos o de forma independiente.
- ♦ Resolver situaciones problemáticas partiendo de los datos obtenidos y analizar los resultados con concepción científica y espíritu crítico.
- ♦ Elaborar informes en los que se consignen datos, incógnitas y resultados sistemáticamente.
- ♦ Establecer analogías para analizar elementos químicos en minerales no estudiados en la asignatura.
- ♦ Establecer relaciones conceptuales y contextualizadas con asignaturas relacionadas y la práctica profesional.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

- Etapas de un análisis cuantitativo.
- Métodos químicos utilizados en el análisis de menas: Quelatometría.
- Electrogravimetría, espectrofotometría visible - ultravioleta.
- Espectrometría de absorción atómica y de emisión: fotometría de llama, espectrofotometría de absorción atómica de llama y con horno de grafito, espectrometría de emisión con plasma de acoplamiento inductivo, fluorescencia de rayos X.
- Análisis de menas metalíferas: hierro, cobre, plomo, cinc, manganeso, Wolframio, estaño, oro, plata.
- Análisis de rocas de aplicación: calizas, yeso, silicatos.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Enseñanza bimodal: Presencial y Virtual

Actividades presenciales: clases teórico-prácticas, trabajos prácticos de laboratorio, clases de resolución de ejercicios, evaluaciones parciales y finales.

Actividades virtuales: recursos didácticos interactivos y actividades basadas en videos de Youtube subidos al Aula Virtual de la asignatura en Moodle, participación en foros de preguntas y respuestas, evaluaciones formativas a través de plataforma Moodle.

PROGRAMA ANALÍTICO

MÉTODOS TRADICIONALES DE ANÁLISIS

UNIDAD I: ETAPAS DE UN ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO.

Selección de método de análisis. Obtención de muestras. Preparación de muestras para el análisis, operaciones reducción de tamaño y volumen. Pesada. Balanza analítica electrónica. Causas de error al pesar. Disgregación de la muestra. Vía húmeda y vía seca. Separación de sustancias interferentes. Medición final. Cálculo e interpretación de los resultados. Clasificación de los métodos analíticos.

UNIDAD II: MÉTODOS TRADICIONALES

Gravimetría por precipitación. Requisitos del análisis gravimétrico. Tamaño de partícula y filtrabilidad. Sobresaturación relativa. Mecanismo de formación de precipitados. Precipitados coloidales. Coagulación. Peptización. Precipitados cristalinos. Coprecipitación. Reprecipitación. Filtración. Secado y calcinación. Factor gravimétrico. Cálculos. Aplicación: análisis de hierro y de aluminio.

Requisitos para la volumetría. Punto de equivalencia y punto final. Error de valoración. Soluciones estándar. Uso de indicadores. Cálculos.

UNIDAD III: VOLUMETRÍA DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS

Compuestos de coordinación. Teoría de Werner. Esfera de coordinación. Nomenclatura. Volumetría de formación de complejos. Quelatometría. E.D.T.A.: su aplicación al análisis volumétrico. Influencia del pH. Indicadores metalocrómicos. Métodos de determinación: directo, por desplazamiento o sustitución, por retorno o retroceso, indirecto. Cálculos. Aplicación al análisis de menas.

MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS

UNIDAD IV: MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS

Fundamentos. Reacciones de óxido reducción. Celdas galvánicas y electrolíticas. Potencial de celda. Potenciales de electrodo. Potenciales estándar. Ecuación de Nernst.

Potenciometría: Electrodos de referencia. Electrodos indicadores. Electrodo de vidrio para medición de pH. Electrodo selectivo de iones.

Electrogravimetría: Teoría del electroanálisis. Reacciones en los electrodos. Cálculo del potencial a aplicar. Fenómenos de transporte de masa en una celda. Leyes de

Faraday. Equipos para el análisis gravimétrico. Aplicación: separación electrolítica de cobre.

UNIDAD V: ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN MOLECULAR

Fundamentos. Radiación electromagnética. Ley de Lambert-Beer. Transmitancia. Absorbancia. Espectros de absorción molecular. Instrumentación. Fuentes. Selectores de longitud de onda. Detectores. Espectrofotómetro UV-Visible de simple y doble haz. Limitaciones reales de la ley de Beer. Aplicación: análisis de hierro como hexacianoferrato (III).

UNIDAD VI: ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

Fundamentos. Espectro de absorción atómica. Equipos de espectrofotometría de absorción atómica. Fuentes de radiación monocromática, modulación, atomización de la muestra en llama y horno de grafito. Aplicación al análisis cuantitativo de menas. Interferencias espectrales, químicas y físicas.

UNIDAD VII: ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA y FLUORESCENCIA DE RAYOS X.

Fundamentos de espectrometría de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente. Equipos de espectrometría de emisión atómica. Introducción de la muestra. Antorcha de plasma. Policromadores. Interferencias. Aplicación al análisis de menas. Fotometría de llama. Fluorescencia de rayos X. Fundamentos. Equipamiento. Aplicación al análisis de menas. Fundamentos de Espectrometría de masas.

ANÁLISIS DE MENAS METALÍFERAS

UNIDAD VIII: ANÁLISIS DE HIERRO Y COBRE EN MENAS

Hierro: Minerales más importantes. Disgregación. Métodos de determinación. Volumetrías de óxido reducción: permanganometría y dicromatometría.

Cobre: Minerales más importantes. Reconocimiento. Disgregación. Métodos de determinación. Volumetría de óxido reducción: yodometría.

UNIDAD IX: ANÁLISIS DE PLOMO Y ZINC EN MENAS

Plomo: Minerales más importantes. Disgregación. Método de determinación por volumetría de formación de precipitado con molibdato de amonio.

Zinc: Minerales más importantes. Disgregación. Método de determinación por volumetría de formación de precipitado con hexacianoferrato (II) de potasio.

UNIDAD X: ANÁLISIS DE ORO Y PLATA EN MENAS

Tipos de mineralización. Métodos de determinación de oro y plata: docimasia. Conceptos. Esquema para determinar oro y plata por vía seca. Preparación y pesada de la muestra. Tipos de menas. Poder oxidante y poder reductor. Fundentes. Agentes reductores y oxidantes. Fusión. Fases. Cálculo de carga para fusión en crisoles. Copelación. Partición. Cálculos. Método por vía húmeda con MIBK. Análisis de soluciones cianuradas: pH, cianuro libre y álcali protector.

UNIDAD XI: ANÁLISIS DE MANGANESO, ESTAÑO Y WOLFRAMIO EN MENAS

Manganeso: Minerales más importantes. Reconocimiento. Ataque. Métodos de determinación por espectrofotometría de absorción molecular como ion permanganato.

Estaño: Minerales más importantes. Reconocimiento. Ataque. Método de determinación por volumetría de óxido reducción: yodimetría.

Wolframio: Minerales más importantes. Reconocimiento. Ataque. Método de determinación gravimétrico por precipitación con cinconina.

ANÁLISIS DE MENAS NO METALÍFERAS

UNIDAD XII: ANÁLISIS DE LITIO EN MENAS Y SALMUESTRAS

Minerales más importantes. Salmueras continentales. Usos. Producción de carbonato de litio. Análisis de salmueras de litio por espectrometría de absorción atómica y de emisión atómica por plasma de acoplamiento inductivo. Método del estándar interno. Disgregación de menas de litio.

UNIDAD XIII: ANÁLISIS DE CALIZAS, YESOS Y MENAS SILICATADAS

Calizas y yesos: Reconocimiento. Usos. Ataque. Métodos de determinación: etapas de un análisis químico, humedad, pérdidas por calcinación, precipitación del calcio como oxalato, obtención del pirofosfato de magnesio, determinación de dióxido de carbono por gravimetría directa e indirecta. Aniones. Métodos espectroscópicos. Preparación de muestras para fluorescencia de rayos X.

Menas silicatadas: Minerales más importantes. Determinación de humedad, pérdidas por calcinación, sílice, alúmina, óxidos de manganeso, magnesio, sodio, potasio, calcio, ferroso y férrico. Determinación de dióxido de carbono, trióxido de azufre y fósforo.

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Análisis de hierro presente en una mena por gravimetría

Valoraciones complejométricas. Uso de E.D.T.A.

Electrodeposición de cobre/Potenciometría Directa-Indirecta

Análisis de hierro en menas por espectrofotometría visible

Análisis de elementos metálicos en menas por espectrometría de absorción atómica de llama

Análisis de hierro en menas en menas por volumetrías redox

Análisis de cobre en menas por yodometría

Análisis de plomo y cinc en menas por volumetrías de precipitación

Análisis de oro y plata por ensayo al fuego

Análisis de manganeso en menas por espectrometría visible

Análisis de litio en salmueras por espectrometría de emisión atómica ICP

Análisis de calizas

Situaciones problemáticas y cálculo de leyes

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES 2024

Fecha	Actividad	Fecha	Actividad
13/3/2024	Clase Inaugural	7/8/2024	Clase Unidad VIII
15/3/2024	Clase Unidad I	9/8/2024	Clase Unidad VIII
20/3/2024	Trabajo Práctico Unidad I	14/8/2024	Trabajo Práctico Unidad VIII
22/3/2024	Clase Unidad II	16/8/2024	Trabajo Práctico Unidad VIII
27/3/2024	Clase Unidad II	21/8/2024	Clase Unidad IX
29/3/2024	Viernes Santo	23/8/2024	Clase Unidad IX
3/4/2024	Trabajo Práctico Unidad II	28/8/2024	Trabajo Práctico Unidad IX
5/4/2024	Trabajo Práctico Unidad II	30/8/2024	Trabajo Práctico Unidad IX
10/4/2024	Trabajo Práctico Unidad II	4/9/2024	Clase Unidad X
12/4/2024	Clase Unidad III	6/9/2024	Clase Unidad X
17/4/2024	Clase de Ejercicios Unidad III	11/9/2024	Trabajo Práctico Unidad X
19/4/2024	Trabajo Práctico Unidad III	13/9/2024	Trabajo Práctico Unidad X
24/4/2024	Trabajo Práctico Unidad III	18/9/2024	Clase Unidad X
26/4/2024	Evaluación Parcial N° 1	20/9/2024	Trabajo Práctico Unidad X
1/5/2024	Feriado Nacional	25/9/2024	Trabajo Práctico Unidad X
3/5/2024	Clase Unidad IV	27/9/2024	Evaluación Parcial N°3
8/5/2024	Trabajo Práctico Unidad IV	2/10/2024	Clase Unidad XI
10/5/2024	Trabajo Práctico Unidad IV	4/10/2024	Trabajo Práctico Unidad XI
15/5/2024	Clase Unidad V	9/10/2024	Trabajo Práctico Unidad XI
17/5/2024	Clase Unidad V	11/10/2024	Feriado Nacional
22/5/2024	Trabajo Práctico Unidad V	16/10/2024	Clase Unidad XII
24/5/2024	Trabajo Práctico Unidad V	18/10/2024	Trabajo Práctico Unidad XII
29/5/2024	Clase Unidad VI	23/10/2024	Trabajo Práctico Unidad XII
31/5/2024	Clase Unidad VI	25/10/2024	Clase Unidad XIII
5/6/2024	Trabajo Práctico Unidad VI	30/10/2024	Trabajo Práctico Unidad XIII
7/6/2024	Clase Unidad VII	1/11/2024	Trabajo Práctico Unidad XIII

12/6/2024	Clase Unidad VII	6/11/2024	Evaluación Parcial N° 4	
14/6/2024	Trabajo Práctico Unidad VII	8/11/2024	Recuperación de Prácticos	
19/6/2024	Evaluación Parcial N° 2	13/11/2024	Recuperaciones	
21/6/2024	Feriado Nacional	15/11/2024	Evaluación para Promoción	

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

Evaluaciones parciales escritas de carácter teórico-prácticas, resolución de ejercicios y casos, Evaluación de trabajos prácticos de laboratorio e informes de laboratorio mediante rúbricas. Evaluación oral para Promoción. Evaluación formativa a través de interrogatorios de opciones múltiples en plataforma Moodle. Evaluación final oral.

CONDICIONES DE REGULARIZACIÓN / APROBACIÓN

CONDICIONES PARA LA PROMOCIÓN DE LA ASIGNATURA

Para la promoción de la asignatura, los alumnos deben aprobar en primera instancia los cuatro parciales con un promedio de siete o superior a siete (sin recuperaciones), el 100% de los trabajos prácticos (cada trabajo práctico se aprueba en tres instancias: interrogatorio sobre la teoría correspondiente al práctico, realización del trabajo de laboratorio y presentación correcta del informe sobre el trabajo práctico y los resultados obtenidos. La desaprobación de cualquiera de estas instancias significa la desaprobación del trabajo práctico). Los alumnos que cumplan estas condiciones, accederán voluntariamente a una evaluación oral de promoción, en la cual se consigan temas específicos de la asignatura.

CONDICIONES PARA REGULARIZAR LA ASIGNATURA

Para regularizar la asignatura, los alumnos deben aprobar con cuatro o más los cuatro parciales y el 100% de los trabajos prácticos en la misma modalidad explicitada en el párrafo anterior.

Se dispone de una instancia de recuperación para cada parcial, sin embargo, cada alumno tiene la posibilidad de recuperación de como máximo dos parciales, sin posibilidad de recuperación de un tercero.

BIBLIOGRAFÍA:

Titulo	Autores	Editorial	Año	Cant
Curso de Química Analítica	Hammerly, Marracino y Piagentini	El Ateneo. Buenos Aires.	1984	1

Análisis Químico Cuantitativo	Kolthoff, Sandell, Meehan y Bruckensteine	Nigar. Buenos Aires.	1976	1
Métodos instrumentales de análisis	Willard, Merrit, Dean, Settle	Iberoamérica. Ciudad de México.	2008	1
Análisis Instrumental	Rubinson, K y Rubinson, J.	Prentice Hall. Madrid.	2005	1
Análisis de metales. Métodos de control industrial. Tomos I y II	Proske, Blumenthal y Ensslin	Aguilar. Madrid.	1990	1
Química Analítica Cuantitativa 5° Edición	Fritz y Schenk	Limusa. Ciudad de México.	1993	1
Química Analítica 6° Edición	Christian	McGraw Hill. Ciudad de México.	2009	1
Fundamentos de Química Analítica 9° Edición	Skoog, West, Holler y Crouch	Cengage Learning. Ciudad de México.	2014	1
Química Analítica Cuantitativa 5° Edición	Underwood y Day	Prentice Hall. Madrid.	1995	1
Química Inorgánica 4° Edición	Atkins	Prentice Hall. Madrid.	2012	1
Análisis Químico Cuantitativo 3° Edición	Harris	Reverté. Buenos Aires.	2001	1
Fire Assaying	Cutler Shepard y Dietrich	McGraw Hill. New York.	1940	1
Análisis de Minerales y Procesos Industriales no Metálicos	Balabanoff y Gamé	Universidad de Concepción. Chile.	1984	1
Primeros pasos en química analítica cuantitativa	Zummer	Eudeba. Buenos Aires.	1978	1

ANEXO II TRABAJOS PRÁCTICOS
ANÁLISIS DE TRABAJOS PRÁCTICOS
TRABAJOS PRÁCTICOS VERSIÓN TRADICIONAL

TRABAJO PRÁCTICO Nº 7

**DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL EN UNA MENA POR
VOLUMETRÍA REDOX.**

A) Por permanganometría.

1- Pesar 0,5 g de muestra finamente pulverizada, colocar en un vaso de precipitación de 250 ml, humedecer con unas gotas de agua destilada y agregar 20 ml de HCl concentrado.

Tapar con vidrio de reloj el vaso y llevarlo a la plancha calefactora, calentar hasta que no se note efervescencia en la solución.

2- Destapar el vaso y llevar hasta sequedad. Enfriar. Añadir 15 ml de HCl concentrado y 5 ml de HNO_3 y tapar nuevamente. Calentar, y cuando el ataque violento termine destapar, lavando con la mínima cantidad de agua destilada posible en vidrio de reloj y dejar llegar a sequedad.

3- Añadir al residuo 40 ml de HCl al 10% y mantener al calor 10 minutos para ayudar a la disolución de las sales solubles. Filtrar por papel medio, lavando el filtro con agua clorhídrica (la menor cantidad posible) y recoger el filtrado en un erlenmeyer.

4- Al filtrado (de coloración amarilla) calentarlo casi a ebullición y agregarle gota a gota solución de cloruro estannoso hasta que la solución se decolore, y luego dos gotas en exceso.

5- Enfriar y agregar 10 ml de solución de cloruro mercúrico. Observar. Debe formarse un precipitado blanco sedoso de cloruro mercurioso. Si no se forma, desechar la solución, si el precipitado es gris oscuro o negro, desechar también.

6- Diluir hasta alrededor de 150 ml con agua destilada, calentar hasta alrededor de 80°C, agregar 8 ml de solución de Zimmermann - Reinhardt y valorar con solución de permanganato de potasio de normalidad conocida hasta coloración rosa débil que persista durante 30".

B) Por dicromatometría.

1- Seguir los pasos 1 a 5 de la técnica anterior. A la solución pre-reducida agregar 10 ml de H_2SO_4 concentrado y 15 ml de H_3PO_4 concentrado. Agregar agua, si es necesario, para llevar a volumen de 150 ml. Enfriar, agregar 1 ml de difenilamina y valorar con solución de dicromato de potasio de normalidad conocida, hasta punto final azul violáceo.

TRABAJO PRÁCTICO N° 8

DETERMINACION DE COBRE POR YODOMETRÍA. MÉTODO DEL YODURO CORTO.

1-Pesar 0,5 g de muestra finamente molida, colocar en vaso de precipitación de 250 ml. Agregar 20 ml de HNO₃ concentrado y calentar, tapado el vaso con vidrio de reloj hasta que cese el primer ataque. Sacar el vidrio, lavarlo bien, y dejar que la reacción siga para asegurarse que todo el cobre pase a solución.

2- Evaporar la solución, y antes de que llegue a sequedad, agregar 25 ml de agua y llevar a ebullición en plancha durante 3 minutos. Retirar de la llama y dejar enfriar.

3- Filtrar el residuo por papel de filtro banda negra, recibiendo el filtrado en un vaso de precipitación de 250 ml (si el residuo es pequeño y poco coloreado puede omitirse la filtración) . Lavar el residuo tres veces con pequeñas cantidades de solución de HNO₃ al 1% caliente.

4- Concentrar el filtrado hasta unos 30 ml, manteniendo en la plancha el vaso y mientras se agita, agregar gota a gota NH₄OH, hasta que se sienta un débil olor amoniacial en los vapores. Calentar hasta que el precipitado coagule.

5- Filtrar en caliente por papel de filtro medio, lavando el precipitado con agua caliente.

6- Agregar al filtrado ácido acético hasta pH= 4 y luego 3 g de KI, agitar hasta disolver.

7- Titular con solución valorada de Na₂S₂O₃ hasta débil color amarillo en la solución, agregar 2 g de KSCN y 2 ml de solución de almidón recientemente preparada al 1%. Continuar titulando hasta viraje del color de azul a blanco. El color no debe retornar dentro de 10 minutos.

8- Expresar el contenido de cobre en %.

TRABAJOS PRÁCTICOS VERSIÓN MODIFICADA

TRABAJO PRÁCTICO N°7

VOLUMETRÍAS REDOX PARA DETERMINAR HIERRO

1. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Distinguir las etapas requeridas en un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos a emplear en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con su fundamentación.
- Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para asegurar la calidad y la protección de la integridad física y el medio ambiente.
- Identificar las causas y consecuencias de las problemáticas que se presentan durante las prácticas en el contexto de un laboratorio minero, basadas en fundamentos técnicos y científicos.
- Interpretar los resultados analíticos obtenidos en un análisis químico de menas, empleando criterios científicos y técnicos.
- Resolver situaciones problemáticas de forma individual y grupal, optimizando la gestión de los recursos disponibles.

2. CONSIGNAS

- Trabajen colaborativamente en grupos, según la conformación planificada por el cuerpo docente.
- Empleen los elementos de protección personal, bata de laboratorio, guantes de látex y gafas de seguridad.
- Lea atentamente la situación problemática planteada y reconozca los métodos, elementos y reactivos necesarios para su resolución.
- Dentro de cada grupo, los integrantes se distribuirán las tareas de forma que todos participen activamente de las experiencias. Sólo un integrante puede ser designado para proveer de material a la mesada, y movilizarse para tal fin. Los demás deberán permanecer en las mesadas, salvo para las tareas de pesada y ataque químico.

- Cada grupo realizará una de las experiencias que surjan de las situaciones problemáticas, para luego explicar a los demás grupos la resolución del práctico.
- La resolución debe consistir en una instancia práctica (la experiencia en sí misma), una explicación teórica (con reacciones químicas) y el cálculo de resultados (mediante las ecuaciones matemáticas).
- Redacte un informe de laboratorio grupal contemplando todas las experiencias, con el formato solicitado.

3. RECURSOS

- Elementos del laboratorio químico. Vasos de precipitación, matraces, embudos, micropipetas, buretas, soportes de bureta, cucharas, probetas.
- Equipos del laboratorio químico. Balanza analítica, campana extractora de gases, equipo para filtración.
- Reactivos: ácido clorhídrico concentrado, ácido nítrico concentrado, solución de cloruro estannoso concentrada, solución de cloruro mercúrico 5%, solución de Zimmermann-Reinhardt, ácido sulfúrico concentrado, ácido fosfórico concentrado, solución de permanganato de potasio aproximadamente 0,1 N, solución de ácido oxálico 0,1 N, solución de dicromato de potasio 0,1 N, solución de difenilamina al 1%.
- Material bibliográfico de la cátedra.
- Entorno virtual de aprendizaje (Aula Virtual Moodle de la asignatura).

4. RESULTADO ESPERADO

- Análisis químico de muestras de hierro con el objetivo de conocer la concentración de este metal expresada en ley de metal (%) en la mena.
- Informe de laboratorio en equipo, que contenga Carátula: que consigne el nombre de todos los integrantes del grupo. Introducción: con los conceptos básicos acerca de la gravimetría de precipitación. Objetivos: mencione los alcances del trabajo práctico. Materiales: enliste todos los elementos y reactivos de laboratorio empleados en la práctica. Desarrollo: describa todas las acciones realizadas para la consecución de los objetivos, emplee fotografías y videos (link de Google Drive). Resultados: realice los cálculos y deje explícitos los valores encontrados. Conclusiones: en base a las experiencias y resultados obtenidos, utilice su criterio científico y técnico para evaluar el método empleado.
- El archivo deberá ser subido al Aula Virtual Moodle de la asignatura en formato .pdf, cumpliendo los tiempos estipulados allí.

- Una presentación con diapositivas y posterior exposición oral, que contenga una breve fundamentación teórica, seguida de la descripción del procedimiento analítico llevado a cabo en el laboratorio y un análisis general de la incertidumbre del resultado analítico, en base a los materiales y métodos empleados durante la práctica, identificando posibles causales de error y sus consecuencias.

5. EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO

- Se evaluarán las competencias especificadas por CONFEDI sobre el proceso de generación del trabajo como también del producto generado (Informe) y su exposición (Presentación oral).

Competencias Tecnológicas de Ingeniería

Competencias Tecnológicas	Capacidad
Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.• Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.• Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.• Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.• Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.• Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación.
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.• Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc.• Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de identificar los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de pensar en forma sistemática (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
--	--

Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales

Competencias sociales políticas y actitudinales	Capacidad
Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos. • Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo. • Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista. • Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
Comunicarse con efectividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió. • Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos. • Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. • Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.
Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de considerar y estimar el impacto económico, social y ambiental de proyectos, acciones y decisiones, en el contexto local y global. • Ser capaz de comportarse con honestidad e integridad personal. • Ser capaz de respetar la confidencialidad de sus actividades. • Ser capaz de considerar los requisitos de calidad y seguridad en todo momento.

Evaluación formativa del práctico

Para la valoración del proceso de análisis se utiliza como instrumento de evaluación la lista de cotejo:

Criterio	Indicadores	SI	NO
Selecciona adecuadamente los elementos de laboratorio según las necesidades.	Identifica los elementos de laboratorio por su nombre		
	Diferencia entre elementos volumétricos y no volumétricos		
	Selecciona elementos volumétricos cuando es necesario		
	Selecciona elementos según su capacidad volumétrica		
	Identifica los reactivos necesarios para la práctica.		
Comprende las ideas principales de un texto técnico como un procedimiento de laboratorio.	Identifica las etapas de un procedimiento técnico		
	Relaciona el procedimiento con las acciones que se llevan a cabo		
	Describe brevemente la etapa que se está realizando		
Utiliza los elementos de laboratorio correctamente.	Manipula pipetas, probetas o buretas correctamente.		
	Manipula embudos, vasos de precipitado o erlenmeyer correctamente.		
	Manipula de forma segura todos los elementos de laboratorio.		
Asume roles dentro de un equipo de trabajo	Cumple con las tareas designadas dentro del grupo.		
	Colabora con sus compañeros para el cumplimiento de los objetivos.		
Emplea los elementos de protección personal necesarios.	Usa los elementos de protección personal correctamente.		
Reconoce el impacto ambiental de las prácticas de laboratorio.	Cumple con las buenas prácticas para el cuidado del medioambiente.		
Discute y acepta distintos puntos de vista respecto de la situación problemática.	Dialoga con sus compañeros para acordar la distribución de tareas.		
	Llega a un acuerdo con sus compañeros en cuanto a las tareas asignadas.		

Valoración: Cada ítem representa un 1/17 del puntaje total. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

Evaluación del producto (Informe)

Para la valoración del producto del análisis (Informe escrito) se utiliza como instrumento de evaluación la rúbrica:

Criterio	Insuficiente (1)	Necesita mejorar (2)	Satisfactorio (3)	Sobresaliente (4)
Selecciona adecuadamente las técnicas analíticas requeridas en el análisis.	No selecciona las técnicas adecuadamente	Selecciona adecuadamente algunas técnicas	Selecciona adecuadamente la mayoría de las técnicas	Selecciona adecuadamente todas las técnicas necesarias
Identifica y organiza los datos de un problema.	No identifica los datos del problema	Identifica algunos datos del problema	Identifica los datos del problema pero no los organiza	Identifica y organiza los datos del problema
Tiene en cuenta el contexto de la situación problemática.	No tiene en cuenta el contexto de la situación problemática	Tiene en cuenta algunos aspectos del contexto pero no repercuten en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto pero no repercute en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto para la resolución del problema
Emplea el criterio científico y técnico en busca de soluciones.	No emplea criterios técnicos ni científicos para la resolución del problema	Emplea sólo criterios científicos o sólo criterios técnicos para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos pero son insuficientes para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos para resolver el problema
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	No expresa las alternativas de solución	Expresa algunas alternativas sin emplear términos técnicos	Expresa alternativas con algunos términos técnicos	Expresa alternativas empleando términos técnicos
Considera requisitos de calidad y seguridad en las soluciones propuestas.	No considera requisitos de calidad y seguridad	Considera sólo requisitos de calidad o sólo de seguridad	Considera algunos requisitos de calidad y seguridad	Considera todos los requisitos de calidad y seguridad
Interpreta los resultados analíticos fundamentalmente.	No interpreta los resultados analíticos	Interpreta los resultados pero de forma incorrecta	Interpreta los resultados correctamente pero con pocos fundamentos	Interpreta los resultados correctamente fundamentados
Produce conclusiones de un informe técnico bien fundamentadas	No produce conclusiones de un informe técnicos	Produce pocas conclusiones correctas	Produce conclusiones con pocos fundamentos	Produce conclusiones bien fundamentadas

Valoración: Cada ítem suma la cantidad de puntos según el nivel de desempeño alcanzado. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

Evaluación del producto (Exposición)

Para la valoración del producto del análisis (Exposición oral de resultados) se utiliza como instrumento de evaluación la rúbrica:

Criterio	<input checked="" type="checkbox"/> Insuficiente (1)	<input checked="" type="checkbox"/> Necesita mejorar (2)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (3)	<input checked="" type="checkbox"/> Sobresaliente (4)
Delimita el problema y lo formula claramente.	En su participación, no delimita el problema	En su participación, delimita el problema pero no lo formula	En su participación, delimita el problema y lo formula con dificultad	En su participación, delimita el problema y lo formula claramente
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	En su participación, no expresa las alternativas de solución	En su participación, expresa algunas alternativas sin emplear vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas con algo de vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas empleando vocabulario técnico
Fundamenta de manera clara los pasos necesarios para un análisis químico.	En su participación, no fundamenta los pasos analíticos	En su participación, fundamenta los pasos incorrectamente	En su participación, fundamenta los pasos con dificultad	En su participación, fundamenta los pasos claramente
Demuestra compromiso y responsabilidad dentro del equipo.	En su participación, no demuestra compromiso ni responsabilidad	En su participación, demuestra poco compromiso o responsabilidad	En su participación, demuestra compromiso y responsabilidad limitados	En su participación, demuestra gran compromiso y responsabilidad
Demuestra honestidad y confidencialidad a la hora de exponer	En su participación, no demuestra honestidad y confidencialidad	En su participación, demuestra confidencialidad pero no honestidad	En su participación, demuestra honestidad pero no confidencialidad	En su participación, demuestra honestidad y confidencialidad

Valoración: Cada ítem suma la cantidad de puntos según el nivel de desempeño alcanzado. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

6. PLANTEO DEL PROBLEMA

Contextualización

Usted se encuentra trabajando en una empresa minera dedicada a la extracción y procesamiento de mineral de hierro, en la Provincia de Catamarca. Actualmente, la empresa está explotando un yacimiento en la región de Sierra de Narváez. Para evaluar la ley del mineral presente en el sitio, se lleva a cabo un muestreo sistemático que recolecta 250 kg de muestra de rocas ferruginosas. Esta muestra es almacenada en bolsas plásticas de 10 kg, rotulada y transportada para su tratamiento y análisis químico.

Tratamiento mecánico

La muestra de aproximadamente 250 kg es transportada en camioneta al laboratorio de tratamiento ubicado en la ciudad de Andalgalá. Allí, se dispone en pilas cónicas por medio del traspaleo para posteriormente ser sometida a cuarteo y reducción de tamaño mediante una chancadora de mandíbula y un molino de bolas. Tras alcanzar una granulometría fina, se obtienen 300 gramos de material molido, pasante de malla 100 de Tyler, listo para el análisis químico.

Laboratorio químico

El laboratorio recibe la muestra molida y separa fracciones para determinar el contenido de hierro mediante dos métodos: permanganometría y dicromatometría. Para ello, se pesa una fracción de 0,5 g de muestra finamente pulverizada y se coloca en un vaso de precipitados de 250 ml, humedeciéndola con unas gotas de agua destilada y agregando 20 ml de HCl concentrado. El vaso se tapa con un vidrio de reloj y se calienta hasta que cesa la efervescencia. Luego, se destapa y la solución se lleva a sequedad. Tras enfriar, se agregan 15 ml de HCl concentrado y 5 ml de HNO₃, tapando nuevamente y calentando hasta

que termine el ataque violento. Se destapa y se lava con la menor cantidad de agua destilada posible antes de llevar nuevamente a sequedad.

Al residuo obtenido, se le adicionan 40 ml de HCl al 10% y se mantiene al calor durante 10 minutos para favorecer la disolución de las sales solubles. Posteriormente, se filtra la solución mediante papel medio, lavando el filtro con agua clorhídrica en la menor cantidad posible, y recogiendo el filtrado en un matraz Erlenmeyer. Esta solución se empleará para los análisis posteriores.

Para la determinación de hierro por permanganometría, el filtrado se calienta casi hasta ebullición y se le agrega, gota a gota, solución de cloruro estannoso hasta que la solución se decolore por completo, adicionando luego dos gotas en exceso. Tras enfriar la solución, se incorporan 10 ml de cloruro mercúrico, asegurándose de la formación de un precipitado blanco sedoso de cloruro mercurioso, ya que su ausencia o una coloración gris oscura o negra invalidaría la muestra. Luego, la solución se diluye hasta alcanzar un volumen de aproximadamente 150 ml con agua destilada, se calienta a unos 80°C y se agregan 8 ml de solución de Zimmermann-Reinhardt. Finalmente, se valora con permanganato de potasio de normalidad conocida hasta obtener una coloración rosa débil que persista durante 30 segundos.

Para la determinación de hierro por dicromatometría, se siguen los mismos pasos previos de digestión y filtrado. Luego de la pre-reducción de la solución, se agregan 10 ml de H_2SO_4 concentrado y 15 ml de H_3PO_4 concentrado, completando con agua hasta alcanzar un volumen de 150 ml si es necesario. Se deja enfriar la solución y se incorpora 1 ml de difenilamina, tras lo cual se valora con dicromato de potasio de normalidad conocida hasta alcanzar un punto final de color azul violáceo.

TRABAJO PRÁCTICO N°8

VOLUMETRÍAS REDOX PARA DETERMINAR COBRE

7. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Distinguir las etapas requeridas en un análisis químico cuantitativo y los métodos químicos a emplear en el análisis de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con su fundamentación.
- Realizar análisis químicos de menas, salmueras, productos intermedios y finales de la industria minera con criterio científico y técnico, empleando las medidas necesarias para asegurar la calidad y la protección de la integridad física y el medio ambiente.
- Identificar las causas y consecuencias de las problemáticas que se presentan durante las prácticas en el contexto de un laboratorio minero, basadas en fundamentos técnicos y científicos.
- Interpretar los resultados analíticos obtenidos en un análisis químico de menas, empleando criterios científicos y técnicos.
- Resolver situaciones problemáticas de forma individual y grupal, optimizando la gestión de los recursos disponibles.

8. CONSIGNAS

- Trabajen colaborativamente en grupos, según la conformación planificada por el cuerpo docente.
- Empleen los elementos de protección personal, bata de laboratorio, guantes de látex y gafas de seguridad.
- Lea atentamente la situación problemática planteada y reconozca los métodos, elementos y reactivos necesarios para su resolución.
- Dentro de cada grupo, los integrantes se distribuirán las tareas de forma que todos participen activamente de las experiencias. Sólo un integrante puede ser designado para proveer de material a la mesada, y movilizarse para tal fin. Los demás deberán permanecer en las mesadas, salvo para las tareas de pesada y ataque químico.
- Cada grupo realizará una de las experiencias que surjan de las situaciones problemáticas, para luego explicar a los demás grupos la resolución del práctico.

- La resolución debe consistir en una instancia práctica (la experiencia en sí misma), una explicación teórica (con reacciones químicas) y el cálculo de resultados (mediante las ecuaciones matemáticas).
- Redacte un informe de laboratorio grupal contemplando todas las experiencias, con el formato solicitado.

9. RECURSOS

- Elementos del laboratorio químico. Vasos de precipitación, matraces, embudos, micropipetas, buretas, soportes de bureta, cucharas, probetas.
- Equipos del laboratorio químico. Balanza analítica, campana extractora de gases, equipo para filtración.
- Reactivos: ácido nítrico concentrado, hidróxido de amonio concentrado, ácido acético glacial, yoduro de potasio, tiocianato de potasio, solución de tiosulfato de sodio aproximadamente 0,1 N, solución estándar de cobre 100 ppm, solución de almidón 1%.
- Material bibliográfico de la cátedra.
- Entorno virtual de aprendizaje (Aula Virtual Moodle de la asignatura).

10. RESULTADO ESPERADO

- Análisis químico de muestras de hierro con el objetivo de conocer la concentración de este metal expresada en ley de metal (%) en la mena.
- Informe de laboratorio en equipo, que contenga Carátula: que consigne el nombre de todos los integrantes del grupo. Introducción: con los conceptos básicos acerca de la gravimetría de precipitación. Objetivos: mencione los alcances del trabajo práctico. Materiales: enliste todos los elementos y reactivos de laboratorio empleados en la práctica. Desarrollo: describa todas las acciones realizadas para la consecución de los objetivos, emplee fotografías y videos ([link de Google Drive](#)). Resultados: realice los cálculos y deje explícitos los valores encontrados. Conclusiones: en base a las experiencias y resultados obtenidos, utilice su criterio científico y técnico para evaluar el método empleado.
- El archivo deberá ser subido al Aula Virtual Moodle de la asignatura en formato .pdf, cumpliendo los tiempos estipulados allí.
- Una presentación con diapositivas y posterior exposición oral, que contenga una breve fundamentación teórica, seguida de la descripción del procedimiento analítico llevado a cabo en el laboratorio y un análisis general de la incertidumbre del resultado analítico, en base a los

materiales y métodos empleados durante la práctica, identificando posibles causales de error y sus consecuencias.

11. EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO

- Se evaluarán las competencias especificadas por CONFEDI sobre el proceso de generación del trabajo como también del producto generado (Informe) y su exposición (Presentación oral).

Competencias Tecnológicas de Ingeniería

Competencias Tecnológicas	Capacidad
Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.• Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.• Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.• Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.• Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.• Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación.
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.• Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc.• Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none">• Ser capaz de identificar los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema.• Ser capaz de pensar en forma sistemática (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).

Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales

Competencias sociales políticas y actitudinales	Capacidad
Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos. • Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo. • Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista. • Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
Comunicarse con efectividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió. • Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos. • Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita. • Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.
Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de considerar y estimar el impacto económico, social y ambiental de proyectos, acciones y decisiones, en el contexto local y global. • Ser capaz de comportarse con honestidad e integridad personal. • Ser capaz de respetar la confidencialidad de sus actividades. • Ser capaz de considerar los requisitos de calidad y seguridad en todo momento.

Evaluación formativa del práctico

Para la valoración del proceso de análisis se utiliza como instrumento de evaluación la lista de cotejo:

Criterio	Indicadores	SI	NO
Selecciona adecuadamente los elementos de laboratorio según las necesidades.	Identifica los elementos de laboratorio por su nombre		
	Diferencia entre elementos volumétricos y no volumétricos		
	Selecciona elementos volumétricos cuando es necesario		
	Selecciona elementos según su capacidad volumétrica		
	Identifica los reactivos necesarios para la práctica.		
Comprende las ideas principales de un texto técnico como un procedimiento de laboratorio.	Identifica las etapas de un procedimiento técnico		
	Relaciona el procedimiento con las acciones que se llevan a cabo		
	Describe brevemente la etapa que se está realizando		
Utiliza los elementos de laboratorio correctamente.	Manipula pipetas, probetas o buretas correctamente.		
	Manipula embudos, vasos de precipitado o erlenmeyer correctamente.		
	Manipula de forma segura todos los elementos de laboratorio.		
Asume roles dentro de un equipo de trabajo	Cumple con las tareas designadas dentro del grupo.		
	Colabora con sus compañeros para el cumplimiento de los objetivos.		
Emplea los elementos de protección personal necesarios.	Usa los elementos de protección personal correctamente.		
Reconoce el impacto ambiental de las prácticas de laboratorio.	Cumple con las buenas prácticas para el cuidado del medioambiente.		
Discute y acepta distintos puntos de vista respecto de la situación problemática.	Dialoga con sus compañeros para acordar la distribución de tareas.		
	Llega a un acuerdo con sus compañeros en cuanto a las tareas asignadas.		

Valoración: Cada ítem representa un 1/17 del puntaje total. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

Evaluación del producto (Informe)

Para la valoración del producto del análisis (Informe escrito) se utiliza como instrumento de evaluación la rúbrica:

Criterio	Insuficiente (1)	Necesita mejorar (2)	Satisfactorio (3)	Sobresaliente (4)
Selecciona adecuadamente las técnicas analíticas requeridas en el análisis.	No selecciona las técnicas adecuadamente	Selecciona adecuadamente algunas técnicas	Selecciona adecuadamente la mayoría de las técnicas	Selecciona adecuadamente todas las técnicas necesarias
Identifica y organiza los datos de un problema.	No identifica los datos del problema	Identifica algunos datos del problema	Identifica los datos del problema pero no los organiza	Identifica y organiza los datos del problema
Tiene en cuenta el contexto de la situación problemática.	No tiene en cuenta el contexto de la situación problemática	Tiene en cuenta algunos aspectos del contexto pero no repercuten en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto pero no repercute en la resolución del problema	Tiene en cuenta el contexto para la resolución del problema
Emplea el criterio científico y técnico en busca de soluciones.	No emplea criterios técnicos ni científicos para la resolución del problema	Emplea sólo criterios científicos o sólo criterios técnicos para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos pero son insuficientes para resolver el problema	Emplea criterios científicos y técnicos para resolver el problema
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	No expresa las alternativas de solución	Expresa algunas alternativas sin emplear términos técnicos	Expresa alternativas con algunos términos técnicos	Expresa alternativas empleando términos técnicos
Considera requisitos de calidad y seguridad en las soluciones propuestas.	No considera requisitos de calidad y seguridad	Considera sólo requisitos de calidad o sólo de seguridad	Considera algunos requisitos de calidad y seguridad	Considera todos los requisitos de calidad y seguridad
Interpreta los resultados analíticos fundamentalmente.	No interpreta los resultados analíticos	Interpreta los resultados pero de forma incorrecta	Interpreta los resultados correctamente pero con pocos fundamentos	Interpreta los resultados correctamente fundamentados
Produce conclusiones de un informe técnico bien fundamentadas	No produce conclusiones de un informe técnico	Produce pocas conclusiones correctas	Produce conclusiones con pocos fundamentos	Produce conclusiones bien fundamentadas

Valoración: Cada ítem suma la cantidad de puntos según el nivel de desempeño alcanzado. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

Evaluación del producto (Exposición)

Para la valoración del producto del análisis (Exposición oral de resultados) se utiliza como instrumento de evaluación la rúbrica:

Criterio	<input checked="" type="checkbox"/> Insuficiente (1)	<input checked="" type="checkbox"/> Necesita mejorar (2)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (3)	<input checked="" type="checkbox"/> Sobresaliente (4)
Delimita el problema y lo formula claramente.	En su participación, no delimita el problema	En su participación, delimita el problema pero no lo formula	En su participación, delimita el problema y lo formula con dificultad	En su participación, delimita el problema y lo formula claramente
Expresa las alternativas de solución con vocabulario técnico de manera clara.	En su participación, no expresa las alternativas de solución	En su participación, expresa algunas alternativas sin emplear vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas con algo de vocabulario técnico	En su participación, expresa alternativas empleando vocabulario técnico
Fundamenta de manera clara los pasos necesarios para un análisis químico.	En su participación, no fundamenta los pasos analíticos	En su participación, fundamenta los pasos incorrectamente	En su participación, fundamenta los pasos con dificultad	En su participación, fundamenta los pasos claramente
Demuestra compromiso y responsabilidad dentro del equipo.	En su participación, no demuestra compromiso ni responsabilidad	En su participación, demuestra poco compromiso o responsabilidad	En su participación, demuestra compromiso y responsabilidad limitados	En su participación, demuestra gran compromiso y responsabilidad
Demuestra honestidad y confidencialidad a la hora de exponer	En su participación, no demuestra honestidad y confidencialidad	En su participación, demuestra confidencialidad pero no honestidad	En su participación, demuestra honestidad pero no confidencialidad	En su participación, demuestra honestidad y confidencialidad

Valoración: Cada ítem suma la cantidad de puntos según el nivel de desempeño alcanzado. Se considera satisfactorio un puntaje mayor al 60%.

12. PLANTEO DEL PROBLEMA

Contextualización

Usted se encuentra trabajando en una empresa minera dedicada a la extracción y procesamiento de cobre, en la Provincia de Catamarca. Actualmente, la empresa está explotando un yacimiento en la región cercana a Agua Rica, en el departamento de Andalgala. Para evaluar la ley del mineral presente en el sitio, se lleva a cabo un muestreo sistemático que recolecta 300 kg de muestra de rocas mineralizadas con cobre. Esta muestra es almacenada en bolsas plásticas de 15 kg, rotuladas y transportadas para su tratamiento y análisis químico.

Tratamiento mecánico

La muestra de aproximadamente 300 kg es transportada en camioneta al laboratorio de tratamiento ubicado en la ciudad de Andalgala. Allí, se dispone en pilas cónicas por medio del traspaleo para posteriormente ser sometida a cuarteo y reducción de tamaño mediante una chancadora de mandíbula y una molienda en molino de discos. Tras alcanzar una granulometría fina, se obtienen 250 gramos de material molido, pasante de malla 150 de Tyler, listo para el análisis químico.

Laboratorio químico

El laboratorio recibe la muestra molida y separa fracciones para determinar el contenido de cobre mediante yodometría. Para ello, se pesa una fracción de 0,5 g de muestra finamente pulverizada y se coloca en un vaso de precipitados de 250 ml. Se agregan 20 ml de HNO₃ concentrado y se calienta, con el vaso tapado con un vidrio de reloj, hasta que cesa la reacción inicial. Luego, se retira el vidrio de reloj, se lava bien y se deja que la reacción continúe hasta que todo el cobre pase a solución.

La solución obtenida se evapora hasta casi la sequedad y, antes de alcanzar este punto, se adicionan 25 ml de agua. La mezcla se lleva a ebullición en la plancha durante 3 minutos y luego se deja enfriar. Se filtra el residuo mediante papel de filtro banda negra, recibiendo el filtrado en un vaso de precipitados de 250 ml. Si el residuo es pequeño y poco coloreado, se puede omitir la filtración. En caso de filtrado, el residuo se lava tres veces con pequeñas cantidades de solución de HNO₃ al 1% caliente.

El filtrado se concentra hasta un volumen aproximado de 30 ml manteniéndolo en la plancha. Mientras se agita, se adiciona gota a gota NH₄OH hasta percibir un débil olor amoniacal en los vapores. Luego, se calienta hasta que el precipitado formado coagule completamente.

El contenido se filtra en caliente mediante papel de filtro medio, lavando el precipitado con agua caliente. Posteriormente, al filtrado se le adiciona ácido acético hasta alcanzar un pH de 4, seguido por la adición de 3 g de KI. La mezcla se agita hasta lograr una disolución completa.

Finalmente, la solución se valora con tiosulfato de sodio de normalidad conocida hasta que la coloración de la solución se torne débilmente amarilla. En este punto, se agregan 2 g de KSCN y 2 ml de una solución de almidón recién preparada al 1%, continuando con la titulación con tiosulfato de sodio de concentración conocida, hasta el viraje del color azul a blanco. Se verifica que el color no retorne en un lapso de 10 minutos.

Los aspectos a analizar en los trabajos prácticos fueron, los objetivos, las consignas, la contextualización, recursos disponibles, resultado esperado y los criterios de evaluación.

Aspecto	TP Tradicionales	TP Modificados
Objetivos	No se especifican los objetivos en el cuerpo del trabajo práctico	Se especifican los resultados de aprendizaje en lugar de los objetivos
Consignas	Se enumeran las etapas necesarias para la resolución del trabajo práctico, sin información sobre la modalidad de trabajo o formas de evaluación dentro de la actividad	Se definen las actividades y su modalidad, como así también la forma en que se evaluará cada etapa
Contextualización	No se presenta el contexto de la práctica	Se presenta un contexto relacionado a la práctica profesional del estudiante
Recursos disponibles	Se los especifica claramente en el procedimiento de laboratorio, pero sin identificarlos directamente como recursos	Se los identifica como recursos disponibles y luego se los vuelve a mencionar en el contexto de la situación problemática
Resultado esperado	Se especifica que un resultado analítico, propio de la disciplina, como resultado esperado	Se especifican la realización del análisis práctico, la realización de un informe de laboratorio con sus distintos componentes y la presentación oral de los resultados obtenidos
Criterios de evaluación	No se especifican	Se especifican los criterios de evaluación para cada instancia del trabajo práctico

ANEXO III GUÍA DE EJERCICIOS

Guía de ejercicios de Análisis de hierro y cobre en menas

1. Se necesita preparar 200 ml de una solución de permanganato de potasio 0,1 N para usarla en permanganometría, a partir de la droga sólida. ¿Qué **masa** de esa droga debe pesarse para prepararla?
2. Se prepara una solución de oxalato de sodio, pesando 2,061 gramos de droga sólida y llevando a un volumen final de 250 ml. ¿Cuál es la **normalidad** de la solución si se la utilizará para valorar el permanganato de potasio?
3. Se tomó una alícuota de 15 ml de la solución de oxalato de sodio preparada (en el punto 2), y con esta se valoró la solución de permanganato de potasio (preparada en el punto 1). El consumo de solución de permanganato fue de 18,8 ml. Calcular la **normalidad** de la solución de permanganato de potasio.
4. ¿La normalidad del permanganato de potasio (calculada en el punto 3) es 0,1 N? ¿Por qué?
5. Suponga que partió de 0,460 g de muestra de Fe y luego de la digestión llevó a 100 ml la muestra. Si tituló una alícuota de 20 ml y gastó 11,3 ml de la solución de permanganato de potasio preparada anteriormente ¿Cuál es el porcentaje de hierro, expresado como **óxido férrico**, presente en la mena?
6. Se preparó una solución de dicromato de potasio, disolviendo 0,784 g de la droga sólida en 200 ml de solución. ¿Cuál es la **normalidad** del dicromato de potasio?
7. Se quiere analizar la ley de hierro de una mena, el peso de muestra es de 0,421 g, luego de la digestión se lleva a 100 ml y se toma una alícuota de 25 ml. La valoración con la solución de dicromato de potasio preparada anteriormente consume 11,0 ml de ésta. ¿Cuál es el porcentaje de hierro expresado en forma de **siderita**?
8. Calcular el porcentaje de hierro presente en una mena si se tienen los siguientes datos:

Muestra		KMnO ₄	
Peso inicial (g)	0.652	Normalidad (N)	0.09
Volumen total (ml)	100	Volumen empleado (ml)	13.9
Volumen alícuota(ml)	20		

Exprese el resultado en **porcentaje de óxido férrico**.

9. Se necesita preparar 250 ml de una solución de tiosulfato de sodio 0,1 N para usarla en yodometría, a partir de la droga sólida (pentahidratado). ¿Qué **masa** de esa droga debe pesarse para prepararla?
10. Se prepara una solución de tiosulfato de sodio, pesando 6,098 gramos de droga sólida y llevando a un volumen final de 250 ml. ¿Cuál es la **normalidad** de la solución si se la utilizará para yodometría?
11. Calcule la ley de cobre (expresada como **óxido cúprico**) presente en una mena si al analizarla por yodometría se obtiene:

Muestra		$S_2O_3^{2-}$	
Peso inicial (g)	0.60	Normalidad (N)	0.12
Volumen total (ml)	100	Volumen empleado (ml)	9.5
Volumen alícuota(ml)	50		

12. Se prepara una solución de cobre tomando 40 ml de solución estándar de cobre de 1000 ppm y llevando a un matraz de 100 ml. Posteriormente se lo hace reaccionar con KI y se valora con una solución de tiosulfato de sodio de la cual se requiere conocer la normalidad. El gasto de valorante es de 7,34 ml. **¿Cuál es la normalidad del tiosulfato de sodio?**

ANEXO IV AULA VIRTUAL MOODLE

UNIDAD VIII

Comenzamos con el bloque de **análisis de menas metálicas**, en las siguientes unidades haremos un recorrido a través de los métodos de análisis más relevantes para menas de metales como el hierro, cobre, plomo, zinc, oro, plata, manganeso, esterio y wolframio.

En esta Unidad VIII en particular, nos centramos en el **análisis de menas de hierro y de cobre**, su disagregación y las técnicas disponibles para sus determinaciones, principalmente los **volumétricas redox**.

Será de gran importancia repasar conceptos de **reacciones de óxido-reducción** y el método ion-electrónico.

Preguntas y Consultas

Presentación Cobre

Presentación Hierro

Método ion-electrónico

Determinación volumétrica de Fe e... Ver más ta... Compartir

ANÁLISIS VOLUMÉTRICO DE COBR... Ver más ta... Compartir

Guía de ejercicios

Informe de Laboratorio

Sección anterior UNIDAD VII

Ir a... Siguiente sección UNIDAD IX

Preguntas y Consultas

- 1_ ¿Por qué debe reducirse el hierro (II) para poder emplear el análisis por permanganometría? ¿y para lo dicromatometría?
- 2_ ¿Por qué se debe eliminar el exceso de pre reductor cloruro estannoso? ¿qué sucederá si no se elimina este exceso?
- 3_ Respecto de la eliminación del exceso de pre reductor ¿En qué casos el análisis debe truncarse y realizar nuevamente?
- 4_ ¿Cuáles son las funciones de los reactivos que constituyen la solución Zimmermann Reinhardt?
- 5_ ¿Es necesario emplear la solución Z-R en dicromatometría? ¿por qué?
- 6_ ¿Es necesario el empleo de indicador químico en la permanganometría? ¿y en la dicromatometría?
- 7_ ¿El permanganato de potasio puede considerarse patrón primario? ¿y el dicromato de potasio?
- 8_ ¿Qué diferencias existen entre el método yodimétrico y el yodimétrico? ¿cuál se emplea para el análisis de cobre?
- 9_ ¿Cómo resolvemos el problema de la volatilización del yodo molecular en solución?
- 10_ ¿Qué función cumple el almidón 1% en el método yodimétrico? ¿es necesario?
- 11_ ¿Por qué se debe agregar ácido sulfúrico luego del ataque de una mena de cobre?
- 12_ ¿Qué interferencias pueden ocurrir durante la yodometría? ¿cómo elimino estos interferencias?
- 13_ ¿Por qué el pH del medio debe estar dentro de ciertos límites durante la medición final en el método yodimétrico?
- 14_ ¿Por qué debemos agregar KI a la solución que contiene los iones del enclito cobre (II)?
- 15_ ¿Qué problemas puede ocasionar la formación del clímero yoduro cuproso durante la medición final? ¿cómo los elimino?

<https://moodle.tecnologia.unca.edu.ar>

ANEXO V EVALUACIÓN PARCIAL

Evaluación Parcial N°3

Consigna: este examen parcial tiene como objetivo evaluar lo aprendido durante las clases teóricas, teórico-prácticas, y prácticas, como así también durante el estudio autónomo por parte del estudiante.

- Responde las preguntas de manera concisa y fundamentada, empleando vocabulario técnico.
- En todos los casos, justifica la respuesta a la pregunta principal.
- La notación en las reacciones químicas debe ser exacta, deben estar balanceadas.
- Todos los cálculos numéricos deben estar desarrollados en el cuerpo del parcial.
- Cada apartado tiene valoración de 1 punto. Se aprueba con el 50% de puntuación sobre el total.

Volumetría redox para cobre

- 1- a) Realice las reacciones redox del ataque de la calcosina con ácido nítrico.
- 1-b) Al valorar el yodo generado con tiosulfato de sodio, se generan puntos fugaces ¿a qué pH se está valorando? ¿qué sucede en la solución?
- 1-c) Durante la práctica de cobre, en la etapa de eliminación de interferencias se observó la formación de un precipitado blanco que no estaba contemplado ¿qué sustancia precipitó? ¿por qué pudo haber sucedido?
- 1-d) El ion yoduro tiene un potencial de reducción estándar mayor que el ion cúprico. Sin embargo, es oxidado por este último en el análisis volumétrico de cobre. Explique por qué ocurre esto en términos termodinámicos y experimentales.
- 1-e) Se realiza el análisis de 0,5321 g de mena de cobre por volumetría redox (sin diluciones). El gasto de solución valorante de tiosulfato de sodio fue de 12,54 ml. Para conocer la concentración del valorante, se sabe que este estándar secundario fue valorado con una solución estándar primario de cobre de la siguiente manera: Se tomaron 50 ml de solución de Cu 1000 mg/L y llevaron a erlenmeyer. El gasto del tiosulfato de sodio en la valoración fue de 9,27 ml. Calcular el % de calcosina presente en la mena de cobre.

Volumetría redox para hierro

- 1- a) Realice las ecuaciones de óxido reducción del ataque de la pirita con ácido nítrico.
- 1-b) Si la cantidad de prereductor agregado en la práctica es insuficiente: ¿cómo se detecta en el laboratorio?, ¿qué consecuencias tendrá en el procedimiento? ¿qué tipo de error ocurrirá?

1-c) ¿Qué podría suceder si durante la permanganometría, en vez de preparar el medio con solución Zimmermann Reinhhardt, lo hace sólo con los ácidos sulfúrico y fosfórico como en dicromatometría?

1-d) Realice las ecuaciones de óxido reducción de la valoración del hierro ferroso con dicromato de potasio.

1-e) Se tiene un mineral con una ley de pirita del 17,56 %. Se disgregó y se llevó a un volumen final de 200 ml. A partir de esta solución, se tomó una alícuota de 40 ml y se valoró con dicromato de potasio 0,07 N, obteniéndose un gasto de 9,18 ml hasta el punto final.