



Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ciencias Humanas

**Aprendizaje activo en estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Minas  
de la FCFMyN de la UNSL.**

Estrategias didácticas basadas en el Modelo ACE, recreadas para quinto año en la Materia  
Planta de Tratamiento de Minerales.

Autor: Romano Eduardo Antonio

Directora: Magister Estela Beatriz de Dios

**Tesis para optar al Grado de Magister en Educación Superior**

-----  
Ing. Romano Eduardo Antonio

-----  
Mgter. De Dios Estela Beatriz

San Luis - Argentina  
MARZO/ 2024

## Dedicatorias

A mi **Madre** por su constancia para ayudarme y formarme en lo académico en todos sus niveles, primario, secundario y universitario, dejándome el concepto de responsabilidad para todas las instancias de mi vida.

A mi **Padre**, por enseñarme valores y formarme en lo que el más amó: “el campo”; me lo enseñó desde pequeño y me formó transmitiéndome toda su sabiduría empírica para hacerme cargo de adulto.

A mis **Hijos** Francesca y Joaquín, enumerados en el orden que llegaron a mi vida, quienes son mi motor para seguir adelante en ella.

## Agradecimientos

A mi directora de tesis, Magíster Estela Beatriz de Dios por su paciencia, dedicación y tiempo, quien tomó el acompañamiento de mi tesis sabiendo que no era un alumno de esta disciplina, guiándome en sus correcciones y propuestas, ayudándome a culminar esta etapa de posgrado.

A las Cohortes de alumnos 2020, 2021 y 2022 de la materia Planta de Tratamiento de Minerales de la Carrera de Ingeniería en Minas, involucrados en esta investigación, poniendo todo su esmero y voluntad.

A los profesores, doctores Pedro Enríquez y Gabriela Luciano de la materia Plan de Tesis de la Maestría de Educación Superior, porque me ayudaron a salir adelante en el ordenamiento metodológico de mi plan de tesis.

Al Departamento de Minería de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la UNSL, que me permitieron realizar esta investigación en la materia Planta de Tratamiento de Minerales.

A todos los docentes de la carrera de Posgrado de la Maestría de Educación Superior por su dedicación y formación en cada uno de los espacios académicos propuestos durante la cursada.

A mis docentes guía Doctora Rita Amieva y Licenciada Gabriela Lacamberry de la pasantía realizada en la Universidad Nacional de Río Cuarto, que me brindaron todo su apoyo y dedicación conjuntamente con sus equipos de trabajo desde el plan de pasantía hasta la culminación e informe de la misma.

## Índice

Resumen.....	9
Introducción.....	10
Capítulo 1:	
<b>PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1.1 Tema de investigación.....	12
1.2 Problema de investigación.....	12
1.3 Objetivos.....	16
1.4 Relevancia de la investigación.....	16
1.5 Antecedentes.....	17
Capítulo 2:	
<b>MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>22</b>
2.1 Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) y constructivismo.....	22
2.2) Propuesta pedagógica didáctica.....	28
2.3) Experiencia Educativa.....	30
2.4) Participación en aula de educación superior.....	32
2.5) El Ingeniero en Minas y Metalurgia y la importancia del tratamiento de minerales.....	35

### Capítulo 3:

#### ENCUADRE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.....	38
3.2 Unidades de estudio y de análisis.....	38
3.3 Las estrategias de generación de la información.....	39
3.4 Características de instrumentos para recolectar datos.....	40
3.5 Estrategia de análisis de la información.....	42
3.5.1 Noción de triangulación.....	42
3.5.2 Tipos de triangulaciones.....	43

### Capítulo 4:

#### ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

4.A LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA: EL CASO DE INGENIERÍA EN MINAS DE LA FCFMYN DE LA UNSL.....	44
4.A.1 Análisis de encuestas / cuestionarios.....	44
4. A.2 Recopilación y análisis de documento.....	55
4. B EL APRENDIZAJE ACTIVO EN ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MINAS DE LA FCFMYN DE LA FCFMYN DE LA UNSL .....	60
4.B.1 El estudio realizado .....	60
4. B.2 ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EL ABORDAJE DE LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA Y SU EVALUACIÓN A TRAVÉS DE ACTIVIDADES ACE.....	62
4. B.2.A Expectativas iniciales de los estudiantes.....	62
4. B.2.B Actividades ACE.....	67
4. B.2.C Expectativas intermedias de los estudiantes.....	75

4. B.2. D Opiniones finales de los estudiantes.....	87
4 C Las actividades ACE en la carrera de ingeniería en Minas.....	94
4. C.1 Las actividades ACE con mayor y menor aceptación.....	94
4. C.2 Expectativas de los estudiantes en base a entrevistas para Actividades ACE .....	96
4. C.3 Evaluación Final elegida por los estudiantes.....	97

## Capítulo 5:

### CONCLUSIONES DEL TRABAJO

5 Objetivo General.....	101
5.A Estado de situación actual en relación a los aprendizajes de los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL .....	101
5.A.1 Objetivo específico 1.....	101
5.B El aprendizaje activo en estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL.....	106
5.B.1 Objetivo específico 3.....	106
5.B.2 Objetivo específico 2.....	107
5.B.3 Objetivo específico 4.....	109
5.C Desafíos futuros del aprendizaje activo en la carrera Ingeniería en minas de la UNSL.....	110
Bibliografía.....	113

## ANEXOS:

Anexo 1 Encuesta sobre determinación de enseñanza de tipo tradicional.....	117
Anexo 1A Encuesta de enseñanza tradicional (respuesta de estudiante de 4 <sup>to</sup> año) .....	122
Anexo 1B Encuesta de enseñanza tradicional (respuesta de estudiante de 5 <sup>to</sup> año.....	124
Anexo 2 Modelo guía de trabajo práctico.....	126
Anexo 2 A informe trabajo práctico resuelto por estudiante 2020.....	130
Anexo 3 EBP (modelo cuestionario de teoría).....	147
Anexo 3A (respuesta de EBP de alumno 2021 de cuestionario de teoría).....	148
Anexo 4 EC (estudio de caso cohorte 2020 virtual).....	149
Anexo 4A EC (estudio de caso cohorte 2020 virtual desarrollado por estudiante .....	154
Anexo 4B EC (estudio de caso cohorte 2022 presencial propuesto por docente).....	163
Anexo 4C (estudio de caso cohorte 2022 desarrollado en grupo).....	166
Anexo 5 (estudio de caso cohorte 2022 Fotos 1 y 2 de grupos luego de exponer).....	190
Anexo 5A (devolución de docente para grupo 1 y 2).....	191
Anexo 6 Trabajo modelo de PDC (pensar , dialogar , compartir) propuesto por docente .....	192
Anexo 6A Trabajo de P-D-C desarrollado por estudiantes.....	193
Anexo 7 Modelo de D(debate) vía virtual .....	194
Anexo 7A Modelo de debate contestado por estudiantes.....	195
Anexo 8 Planilla de C (coevaluación) propuesta por docente.....	197
Anexo 8A Planilla de coevaluación realizada por los estudiantes.....	198

<b>Anexo 8B (fotos de los estudiantes trabajando con coevaluación en clases).....</b>	<b>200</b>
<b>Anexo 9 (encuesta inicial estudiantes) .....</b>	<b>201</b>
<b>Anexo 9 A (encuesta inicial con respuesta de estudiante).....</b>	<b>202</b>
<b>Anexo 10 ( encuesta intermedia de actividades ACE) .....</b>	<b>203</b>
<b>Anexo 10 A (encuesta intermedia con respuesta de estudiante).....</b>	<b>204</b>
<b>Anexo 11 ( encuesta Final ).....</b>	<b>205</b>
<b>Anexo 11A (encuesta final con respuesta de estudiante).....</b>	<b>206</b>
<b>Anexo 12 ( encuesta final de actividades ACE).....</b>	<b>207</b>
<b>Anexo 12A (encuesta final de actividades ACE con respuesta de estudiante.....</b>	<b>214</b>
<b>Anexo 13 Preguntas de entrevista grupal (forma virtual y presencial).....</b>	<b>218</b>
<b>Anexo 13A Transcripción desgravada para cohorte 2020 virtual.....</b>	<b>219</b>
<b>Anexo 13B Transcripción desgravada para cohorte 2022 presencial.....</b>	<b>224</b>
<b>Anexo 14 Examen Parcial (ABP) sumativo propuesto por docente.....</b>	<b>231</b>
<b>Anexo 14A Examen parcial (ABP) contestado por estudiante.....</b>	<b>233</b>
<b>Anexo 15 Informe examen final método por proyecto.....</b>	<b>239</b>
<b>Anexo 16 (encuesta examen final) .....</b>	<b>244</b>
<b>Anexo 16A (encuesta examen final contestado por estudiante).....</b>	<b>245</b>



## Resumen

Esta investigación se focalizó en la aplicación de prácticas asociadas al aprendizaje que desarrollan los estudiantes universitarios para lograr mayor participación, involucramiento y aprendizaje activo a partir de una estrategia pedagógico-didáctica basada en el Aprendizaje Centrado en los Estudiantes (ACE), recreada en la asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales”, de quinto año de las cohortes 2020 y 2021, dictada en forma virtual debido a Pandemia mundial de Covid 19, y 2022 dictada en forma presencial para la carrera de Ingeniería en Minas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis. Esta es una materia troncal referida al dimensionamiento de equipos de procesamiento de mineral. Esta investigación se inscribe en el campo de la investigación educativa asociada al nivel de Educación Superior, y se desarrolló en el ámbito virtual para las dos cohortes mencionadas y en el ámbito del aula universitaria para la cohorte presencial.

El trabajo de investigación está anclado en un diseño de tipo mixto, predominantemente cualitativo, es decir, se articulará datos cuantitativos con la información cualitativa desde una perspectiva interpretativa.

La estrategia para la generación de la información se basa en dos etapas bien definidas: la primera de ellas utilizó la encuesta como instrumento para registrar cómo fue la participación y aprendizaje de los estudiantes en cursos anteriores a esta investigación, de la Carrera de Ingeniería de Minas; en esta instancia también se recopilaron documentos de carácter genérico y documentos curriculares (principalmente planes de estudio, programas y documentos de cátedra), para encuadrar el estudio llevado adelante.

La segunda etapa está relacionada con la recreación de la experiencia ACE, utilizando producciones de aprendizaje realizadas por los estudiantes, cuestionarios de valoración de la práctica, observación participante del docente y entrevistas grupales.

Posterior a la reducción de información y análisis de los datos de proceso investigativo se obtuvieron conclusiones que permiten dar cuenta de una referencia positiva en la participación de los estudiantes en esta investigación, debido a la importancia de la recreación del método ACE y la aceptación que éste tuvo.

## Introducción

Esta investigación se basa en la aplicación de prácticas asociadas al aprendizaje que desarrollaron los estudiantes universitarios para lograr mayor participación, involucramiento y aprendizaje activo a partir de una estrategia pedagógico-didáctica basada en el Aprendizaje Centrado en los Estudiantes (ACE), recreada en la asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales”, de quinto año de la cohorte 2020, 2021 y 2022 de la carrera de Ingeniería en Minas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis. Esta es una materia troncal referida al dimensionamiento de equipos de procesamiento de mineral. La investigación, por tanto, está asociada al nivel de Educación Superior, y se desarrolló en el ámbito de un aula universitaria.

Culminando el proceso final de escritura de tesis, la Carrera de Ingeniería en Minas de la Facultad de Ciencias Físicas, Matemática y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis, se encuentra trabajando a septiembre de 2023 su nuevo plan de estudio para aplicarlo en marzo de 2024. Este nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Minas asume que las materias que componen dicho plan deben estar estructuradas bajo el enfoque ACE, por lo cual esta investigación viene a ser un aporte sustancial a esta acreditación de Carrera que será auditada en diciembre de 2024 por el Ministerio de Educación de la Nación, cuyos miembros del jurado serán principalmente del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). El enfoque ACE es exigible para todas las carreras de ingeniería del país, de cualquier especialidad, que ya vienen siendo auditadas desde el año 2018 en Argentina.

El informe que se presenta a continuación se ha organizado en cinco capítulos:

En el **capítulo 1** se presenta el tema de investigación, se describe el planteamiento del problema, se detallan los objetivos como así también la relevancia de la investigación y antecedentes de otras investigaciones relacionadas a la temática investigada en esta tesis. En el problema de investigación se destacan dos fuentes: la primera, la experiencia personal de formación en la enseñanza de esta disciplina en el aula universitaria y la segunda, las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) a través del libro Rojo, este libro expresa las normas para las próximas acreditaciones de carrera en la República Argentina de todas las ingenierías del país, independientemente de la especialidad, en donde fundamentalmente se hace referencia a incluir obligatoriamente actividades ACE en cada asignatura, además de la aplicación de competencias definidas por el CONFEDI que se aplicarán según corresponda al programa de cada asignatura.

En esta experiencia ACE aplicada a nivel superior se trabajó sobre cuatro ejes específicos relacionados a la participación de los estudiantes, con orientaciones para la

**recreación del Modelo ACE**, a partir del empleo de **estrategias didácticas** desde la experiencia ACE, en la construcción de los **contenidos** abordados en la experiencia ACE y, por último, en el *sistema de evaluación* para valorar el aprendizaje a partir de la experiencia ACE.

En el **capítulo 2** se presenta el marco teórico, con un detalle explicativo de la selección de categorías teóricas necesarias para la investigación. El marco teórico se estructura alrededor de estos conceptos relevantes: Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE), propuesta pedagógico-didáctica (contenido, estrategia de enseñanza, evaluación), experiencia educativa, participación en el aula de educación superior, el Ingeniero en minas-metalúrgico y la importancia en el tratamiento de minerales, enseñanza en la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales en educación superior.

El **capítulo 3** se refiere a la metodología utilizada. En él se explica la orientación de la investigación y las estrategias metodológicas adoptadas, resaltando que la metodología utilizada responde a una lógica de diseño de tipo mixta, articulando datos cuantitativos con la información cualitativa desde una perspectiva interpretativa; destacando que la lógica predominante es la cualitativa.

El **capítulo 4** contiene el análisis de la información recabada con sus respectivas triangulaciones durante el proceso de trabajo con las estrategias pedagógico-didácticas ACE, dividido en dos partes: la primera relacionada a la enseñanza-aprendizaje en las carreras de ingeniería, con foco en el caso de Ingeniería en Minas de la FCFMYN de la UNSL; y la segunda en relación al aprendizaje activo en estudiantes de la carrera de Ingeniería en Minas de la FCFMYN de la UNSL aplicada a la materia Planta de Tratamiento de Minerales primer cuatrimestre de 5<sup>to</sup> año del plan actual en vigencia 6/15-CD.

El **capítulo 5** contiene las conclusiones propias de esta investigación, obtenidas a partir de la triangulación de datos del capítulo 4.

## Capítulo 1

### Problemática de la investigación y objetivos

#### 1.1 Tema de investigación

La participación en el aprendizaje activo en estudiantes universitarios de Ingeniería, a partir de la re-creación de una estrategia pedagógico-didáctica del Enfoque ACE.

#### 1.2 Planteamiento del problema

Esta investigación pretende estudiar cómo se desarrolla una experiencia educativa que apunta a lograr mayor participación en el aprendizaje de los estudiantes universitarios, a partir de la utilización de estrategias pedagógico-didácticas propias del Aprendizaje Centrado en los Estudiantes (ACE). Esta experiencia se realizó en la asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales”, del quinto año de la carrera de Ingeniería en Minas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis. Se trata de una materia troncal referida al dimensionamiento de equipos de procesamiento de minerales. La investigación, por tanto, está asociada al nivel de Educación Superior, y se aplicó en el ámbito del aula universitaria.

El problema planteado se nutre de dos fuentes, la experiencia personal de formación y de enseñanza de esta disciplina<sup>1</sup> en el aula universitaria y las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) a través de libro Rojo (2018). En dicho libro se expresa la necesidad de iniciar el proceso que promueva y facilite la actualización profesional de los docentes de ingeniería de todo el país en cuanto a su rol docente. Además, se insta a iniciar el proceso de preparación para una efectiva acreditación de las carreras de ingeniería en función del **nuevo estándar** en desarrollo. Todo inicia con el “Proyecto Estratégico Reforma Curricular de la Ingeniería Argentina” basado en:

- Afianzar el modelo de 5 años de duración y 3600 horas totales.
- Modelo en Base a Competencias
- Modelo de créditos

¿Por qué y para qué COMPETENCIAS? según (curso CONFEDI 2018:5):

- a) Porque es una tendencia internacional el uso de las competencias como horizonte formativo.
- b) Porque se considera que integrar las competencias de manera intencional facilita una selección y un tratamiento más ajustados y eficaces de los contenidos impartidos.

---

<sup>1</sup> Autor de este trabajo de investigación. Docente JTP exclusivo de la materia Planta de tratamiento de Minerales y Proyecto Metalúrgico de la carrera de Ingeniería en Minas, desde año 2010 a la fecha año 2023.

- c) Porque el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer (y saber ser).
- d) Porque la formación de grado implica competencias que debería poseer el recién graduado, en el nivel de desarrollo adecuado al inicio de su trayecto profesional.

Las competencias acordadas son las siguientes en el libro rojo según CONFEDI (2018:21) son:

#### COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS

- a) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- b) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- c) Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
- d) Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovación tecnológica.

#### COMPETENCIAS SOCIALES, POLÍTICAS Y ACTITUDINALES

- a) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- b) Comunicarse con efectividad.
- c) Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- d) Aprender en forma continua y autónoma.
- e) Actuar con espíritu emprendedor.

Los objetivos acordados para el cambio de estándar son (Curso CONFEDI 2018: 8):

- Consolidar un Modelo de “Aprendizaje Centrado en el Estudiante” (ACE).
- Definir un Modelo comparable internacionalmente, Latinoamérica y Máster Integrado Europeo.
- Definir un modelo de educación basado en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica y sistema de transferencia de créditos.
- Definir las competencias de ingreso a las carreras de ingeniería (ya definido por el CONFEDI)
- Analizar aspectos propios de la educación superior en general no contemplados en los actuales estándares y que pueden ser fuente de consideraciones en los nuevos estándares.

En lo referido a la primera fuente que nutrió este trabajo de tesis de maestría, se puede sostener que, en el aula universitaria de carreras de ingeniería, predomina la enseñanza tradicional y en consecuencia el rol pasivo del estudiante. La carrera de

Ingeniería en Minas de la UNSL no es una excepción; en la misma el modelo predominante es ese de enseñanza tradicional, en virtud del cual el docente es el portador del conocimiento y el centro del proceso educativo. Según Pansza, Pérez y Morán (1996) los pilares de este tipo de escuela son el orden y la autoridad; el orden se materializa en el método que ordena tiempo, espacio y actividad, mientras que la autoridad se personifica en el maestro, dueño del conocimiento y del método. Esta forma de dictado de las asignaturas genera poca participación y un rol distante de los estudiantes, lo cual se opone a las necesidades actuales para la formación de un Ingeniero en Minas, ya que la demanda laboral requiere de un profesional activo y con toma de decisiones importantes.

La Carrera de Ingeniería en Minas en la Universidad de San Luis tiene como objetivo formar profesionales con conocimientos conceptuales, administrativos, técnicos y prácticos para crear, organizar, administrar y dirigir empresas mineras y organizaciones de cualquier índole, a nivel nacional e internacional. Especialmente, el profesional debe adquirir conocimientos en la rama de explotación de minas y la rama de metalurgia que le permita el manejo eficiente, óptimo y oportuno de los recursos humanos, materiales y financieros. Una de las asignaturas que tiene mayor énfasis en la rama de metalurgia es “Planta de Tratamiento de Minerales” de 5° año, primer cuatrimestre. Esta asignatura es una materia troncal común a ambas ramas de la carrera<sup>2</sup>, en la cual el estudiante termina de relacionar los conocimientos que trae de las materias anteriores antes de insertarse en el mercado laboral. Está incluida dentro del Plan de Estudios vigente, Ord. 06/15-CD.

En base a la experiencia personal como alumno durante el cursado de la carrera hasta el egreso de la UNSL, y la forma en la que en la actualidad me desempeño como docente en la materia “Planta de Tratamiento de Minerales”, puedo advertir la reproducción de clases conforme se vienen desarrollando a lo largo de muchos años, en las cuales el alumno escucha y anota creyendo que el docente es el único poseedor del conocimiento. A partir de esta experiencia personal surge como curiosidad y necesidad la puesta en práctica de estrategias áulicas que pongan el centro de atención en los estudiantes y no en el saber exclusivo del docente.

En la asignatura foco de interés, se puede advertir que los estudiantes asumen una posición pasiva ya que no consultan durante el cursado la bibliografía recomendada, no hacen los ejercicios propuestos como práctica para fortalecer la formación, manifiestan poca curiosidad en investigar temas relacionados a los contenidos que se plantean, participan escasamente de forma activa en clases, etc. Todo ello favorecido por esa enseñanza que se replica año tras año.

---

<sup>2</sup> Las dos ramas de la carrera son Explotación de Minas y Metalurgia de las cuales según el plan de estudio 6/15-CD vigente, los estudiantes de ambas ramas tienen en común como materia obligatoria Planta de Tratamiento de Minerales.

Desde esta situación, es necesario modificar la práctica y generar nuevas estrategias didácticas orientadas al aprendizaje activo, que va en estrecha relación con lo que el plan formativo de la carrera exige para un Ingeniero en Minas. Es decir, “promover una mayor participación de los estudiantes, de manera que vean y sientan que la clase está diseñada e implementada para ellos, pero con trabajo compartido y responsabilidad continua del docente” (Hernández Flores, 2013: 15).

“Para que exista **aprendizaje activo** los estudiantes deben hacer mucho más que simplemente oír; deben: leer, cuestionarse, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y principios, resolver problemas. El aprendizaje activo implica que el estudiante debe estar expuesto continuamente, bien sea por voluntad propia o porque la estrategia utilizada por el profesor así lo exige, a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior: análisis, síntesis, interpretación, inferencia y evaluación” (González, 2000 citado en Sierra Gómez, 2013: 7).

Se entiende por estrategia de aprendizaje activo aquella que propicia una actitud participativa del estudiante en clase, en contraposición con lo que ocurre en el método expositivo clásico, en el que el alumno se limita a tomar notas de lo que ve en la pizarra. “Es el proceso que compenetra a los estudiantes a realizar cosas y a pensar en esas cosas que realizan.” (Bonwell y Eison, 1991 citado en Sierra Gomez, 2013: 7).

En lo referido a la segunda fuente que alude al CONFEDI, cabe destacar que, en la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, según **libro** rojo del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI (2018), se promueve la implementación de un nuevo paradigma para alumnos de carreras de Ingeniería de Argentina. El CONFEDI implementó en 2018 el proyecto de Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de ingeniería del país, con el objetivo de: “Desarrollar actividades de sensibilización, capacitación y asistencia para docentes y gestores académicos de las carreras de ingeniería, para que el diseño y el desarrollo curricular de los programas de ingeniería tengan en cuenta un enfoque centrado en el estudiante y contribuyan al mejor desempeño académico y al desarrollo de las competencias profesionales requeridas de sus graduados”(Curso CONFEDI 2018:1)

En síntesis, la propuesta del CONFEDI es el programa de capacitación para docentes de ingeniería más importante que se haya llevado adelante en los últimos 20 años. Esta formulación de la propuesta de nuevos estándares y la capacitación de los docentes de ingeniería del país, en los procesos de **enseñanza centrada en el estudiante** que los estándares contemplan, son acciones complementarias que van fortaleciendo el sistema para afrontar mejor preparados los nuevos desafíos que nos esperan a las

facultades de ingeniería.

En base a lo planteado anteriormente, se elabora la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se desarrolla la participación de los estudiantes durante una experiencia educativa que recrea el Enfoque ACE en la Asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales” de la carrera de Ingeniería en Minas dependiente de la FCFMyN de la UNSL durante el primer cuatrimestre de quinto año?

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo General**

Analizar la participación de los estudiantes durante una experiencia educativa que recrea el Enfoque ACE en la Asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales” de la carrera de Ingeniería en Minas dependiente de la FCFMyN de la UNSL durante el primer cuatrimestre de quinto año.

#### **Objetivos Específicos**

1. Indagar cómo ha sido la participación de los estudiantes en el aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL que aporte orientaciones para la recreación del Modelo ACE.
2. Analizar la participación de los estudiantes a partir del empleo de *estrategias didácticas* desde la experiencia ACE.
3. Examinar la participación de los estudiantes en la construcción de los *contenidos* abordados en la experiencia ACE.
4. Analizar la participación de los estudiantes en el *sistema de evaluación* para valorar el aprendizaje a partir de la experiencia ACE.

### **1.4 Relevancia de la investigación**

La producción de conocimiento que genere esta investigación espera constituirse en un aporte a la reflexión sobre las prácticas áulicas, lo que remite a una relevancia pedagógica en tanto es necesario producir conocimientos contextualizados, situados en los entornos particulares mediados por su complejidad. A su vez, los resultados esperan ser un aporte que propicie el aprendizaje activo de los alumnos, orientando la participación y el involucramiento con los contenidos de los estudiantes de 5<sup>to</sup> año de la materia “Planta de Tratamiento de Minerales” a través del modelo de aprendizaje basado en el ACE. Se espera también que esta Investigación constituya una referencia para otras prácticas docentes del Departamento de Minería del Área de Metalurgia de la UNSL, y con ello se



pueda ir gestando otro modelo de enseñanza que pueda ser incorporado e implementado en las materias de los años anteriores, incentivando a los alumnos a involucrarse participativamente en clases.

Además, esta investigación pretende aportar una relevancia académica de calidad que fortalecerá la formación que ofrece la institución, repercutiendo positivamente en los estudiantes del último año de la carrera, mejorando el crecimiento profesional y fortaleciendo el acceso al mercado laboral.

Es esperable, por último, que este trabajo contribuya con herramientas para la transformación social que demanda el sistema educativo en tiempos actuales, tendiendo a formar estudiantes con una visión de compromiso con el trabajo y con las demandas sociales, desde una visión productiva al momento de insertarse en el mercado laboral.

### **1.5 Antecedentes**

La búsqueda de antecedentes nos permitió relevar investigaciones que atañen a la utilización de la metodología de enseñanza ACE y su impacto en los ámbitos universitarios donde fue aplicada. Se indagó en una primera instancia aquellas investigaciones a nivel nacional, particularmente relacionadas al campo de la Ingeniería, para luego relevar información a nivel internacional en otras disciplinas, encontrando dos investigaciones con distintos niveles de análisis e interpretación.

A nivel nacional, una investigación que constituye un importante antecedente, es la tomada como referencia por el CONFEDI, para promover capacitaciones en docentes de carreras de Ingeniería de Argentina, que permitan la aplicación del modelo ACE en las aulas universitarias.

En el año 2018, Uriel Cukierman, docente de la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires, en la materia “Comunicación y Redes” de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, desarrolló una investigación titulada “Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE). Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería”, que reviste el carácter de publicación. El autor aborda la problemática de la historia de la educación en ingeniería y la tendencia que existe al dictado de clases tradicionales, centradas en el saber del docente y la recepción pasiva de los estudiantes de los conocimientos específicos. Esta problemática la indagó en el desarrollo de talleres y cursos para docentes preguntando qué era más importante: lo que los docentes enseñan o lo que los alumnos aprenden; y en su mayoría respondieron que lo primero.

A partir de estas investigaciones preliminares, seleccionó diferentes herramientas para promover la participación activa del estudiante. Enseñando contenidos de su materia, propuso actividades como: 1) P-D-C (Pensar–dialogar–compartir), 2) debates, 3)

aprendizajes de pares, 4) aprendizaje invertido, citando las características de cada una de ellas.

El autor resalta en su trabajo que el concepto ACE no es nuevo y tiene sus orígenes en Hayward (1905) y Dewey (1956) también los aportes de Carl Roger, así como los trabajos de Piaget y Vygotsky sobre la Psicología del desarrollo. Con estos aportes, resalta un cambio en la forma de evaluar los aprendizajes áulicos de los estudiantes, que fue de tipo continua, en comparación a la evaluación de tipo sumativa tradicional en Ingeniería, donde se evalúa el contenido de una temática en un cierto periodo de tiempo. Las actividades propias del ACE que sugiere el autor, son: 1) proyectos, experiencias prácticas y trabajos en grupo, 2) portfolio en soporte digital, 3) presentación de informes.

La aceptación que tuvo la modalidad ACE por parte de los estudiantes, en las encuestas anuales obligatorias y anónimas, reflejan un alto grado de satisfacción. Según las encuestas, en los últimos cuatro años los estudiantes otorgaron una calificación superior al 90 % en los ítems relacionados con la metodología utilizada durante el curso. Por otra parte, en las encuestas anónimas realizadas por el docente al final del curso incluyó la siguiente pregunta: "Si te dieran la oportunidad de elegir cursar esta materia con la metodología tradicional o con la que utilizamos durante este año, ¿cuál elegirías?" y el resultado ha sido siempre a favor de esta metodología, con porcentajes mayores del 80 %, y ha llegado en algunos años al 100 %.

El autor concluye que este trabajo pretendió servir de introducción y guía para aquellos docentes de ingeniería interesados en actualizar sus prácticas docentes de manera que logren mejor aprendizaje en sus alumnos. También verifica, con numerosas actividades de formación destinadas a colegas docentes, que el tema en cuestión despierta gran interés y deseos de implementarlo de una manera efectiva, pero en la mayoría de los casos dichos docentes manifiestan que necesitan más herramientas y guías para hacerlo.

Como estudio relevado a nivel internacional, en 2014 Xhevrie Mamaqi y Jesús Miguel de la Universidad de Zaragoza -España- desarrollaron su investigación titulada Modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante, utilizando un enfoque cuantitativo mediante la aplicación de técnicas multivariantes. El estudio reviste el carácter de publicación.

Este estudio surgió a partir de la reunión de 29 ministros responsables de la educación superior en Bolonia en 1999, en la cual se estableció una reforma sin precedentes de todo el continente europeo. Esta reforma generó cambios en el diseño curricular de la educación superior dando lugar a un replanteamiento de los contenidos de enseñanza-aprendizaje, de modo de hacer más conscientes a los estudiantes de las

habilidades, conocimientos y competencias que pueden desarrollar a través de sus estudios (EU, 1999; Mamaqi, at al; 2011; Mamaqi, at al, 2012). La intención fue colocar al estudiante como centro del proceso educativo al contrario del modelo de enseñanza-aprendizaje convencional que tiende a considerar a los estudiantes como receptores pasivos de la información.

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supuso la difusión y aplicación de los nuevos métodos innovadores de enseñanza como es el enfoque de Aprendizaje Centrado en el Estudiante (*SCL-Student-Centred Learning* por sus siglas en inglés) que supone una reafirmación importante de la misión y el desafío de la enseñanza en el ámbito de los estudios universitarios. Los investigadores analizaron su aplicación en diversos ámbitos y desarrollaron un estudio cuantitativo con estudiantes de la Facultad de Economía y Empresa (FECHEM) de la Universidad de Zaragoza que ofrece estudios de grado en las siguientes carreras: ECO-Grado en Economía; GADE-Grado en Administración y Derecho Empresarial; FICO-Grado en Finanzas y Contabilidad; MIM-Grado en Marketing e Investigación de Mercados; Grado en Derecho-Administración y dirección de Empresa (DADE). Se recabó información que les permitió cuantificar aspectos tales como la percepción de los estudiantes sobre la suficiencia de la información y formación proporcionada, aplicación de métodos de enseñanza-aprendizaje enfocados a las necesidades del estudiante, atención personalizada en la construcción y evaluación de competencias y habilidades, el ambiente y la motivación en aula, adaptación de recursos a la evaluación por competencias y rendimiento académico entre otros.

Los resultados analíticos establecieron en el ámbito de la FECHEM tres perfiles de estudiantes para el periodo 2010-2013 respecto a los componentes que definen el ACE. Sus características particulares permitieron la siguiente denominación:

**Perfil 1:** “estudiante proactivo-participativo” que es el mayor y abarca casi el 39% de la muestra analizada. Consideran que métodos de enseñanza interactivos (motivación y creatividad) e innovadores son muy importantes en el aula. A su vez consideran que la rigidez en la evaluación y enseñanza perjudican los resultados. Más del 50% califican los resultados obtenidos como “buenos o mejores” de los previstos.

**Perfil 2:** “estudiante reactivo-desconfiado”. Supone el 25% de la muestra y destacaron que depositar la carga excesiva en los alumnos es el aspecto más negativo que empeora los resultados de aprendizaje. La evaluación de los medios de docencia e innovación es la que recibió menor puntuación. Es el grupo con mayor edad en promedio, 22 años.

**Perfil 3:** “estudiante perceptivo-expectante” y supone el 36,4% de la muestra. Las evaluaciones de este grupo respecto a los resultados de aprendizaje e innovación docente se situaron entre dos perfiles anteriores, pero se destacan además por puntuar más alto

que ellos los recursos académicos de apoyo postgrado e iniciales.

Es importante resaltar que el 55% de los estudiantes de todos los grupos consideran los recursos institucionales de apoyo como insuficientes. Apuntaron poca flexibilidad en la selección de módulos y enseñanzas que preparan para el trabajo. Pensaron que la evaluación debe basarse más en la capacidad de comprensión y aptitudes de aplicación y señalan la carga excesiva del estudiante y la rigidez en el modelo de enseñanza como factores que disminuyen los buenos resultados académicos.

En enero de 2013, Hernández Flores desarrolló su investigación titulada “Estrategias de aprendizaje centradas en el estudiante, un caso en alumnos de Pedagogía”, una tesis de maestría para obtener el Título de maestro en Desarrollo Educativo en la UPN (Universidad pedagógica Nacional de México D.F). El autor es docente en la Licenciatura en Pedagogía con una antigüedad de casi quince años, advirtiendo en su práctica que un buen número de estudiantes tienen limitaciones académicas y profesionales, relacionadas con falta de desarrollo de habilidades o capacidades asociadas a un poco involucramiento hacia el aprendizaje, tales como escasa participación, escritos de insuficiente calidad, confusión en interpretación de indicaciones, retardos persistentes o inasistencias frecuentes, individualismo entre los estudiantes en relación con actividades de aprendizaje (escaso o nulo apoyo entre ellos, por ejemplo, no se comunican para comprender algún tema o duda, no hay diálogo en clases sobre los temas, y difícilmente se reúnen en grupos para aprender). En consecuencia, los resultados expresan que la mayoría puede identificarse a los estudiantes como **alumnos pasivos**, en relación con las clases o actividades del curso.

En relación a esta problematización, el autor se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué sentido se mejora el aprendizaje y cuál es la percepción de lo aprendido a través de una estrategia didáctica que fomente el aprendizaje significativo mediante el portafolio de evidencias, dirigida a estudiantes que cursan la asignatura de Bases de la Orientación Educativa durante el semestre 2011-2, en la Licenciatura en Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional? Por tanto, el objetivo de esta investigación fue fomentar el aprendizaje significativo mediante una estrategia didáctica en estudiantes de una carrera de grado referida a educación.

Siguiendo una perspectiva constructivista sobre el aprendizaje, se incluyeron dentro de la investigación estudiantes elegidos de manera intencional y un docente responsable de la intervención pedagógica. Se planteó una investigación como estudio de caso con diseño mixto sobre una mediación educativa. Se organizó en tres fases: Fase I de diagnóstico mediante dos cuestionarios, estructurado y semiestructurado; Fase II, que corresponde a la acción pedagógica en el aula, o intervención en el lugar, esta orientación

docente cobra relevancia por la motivación que procuró generar para realizar el portafolio de evidencias; y Fase III con entrevistas focales, efectuadas al concluir el curso, con el fin de indagar la percepción de estudiantes sobre su aprendizaje y acerca de las estrategias implementadas.

El autor concluye que la mayoría de los equipos mostraron un cambio en su aprendizaje, logrando aprendizajes significativos en el estudiante, a través de la promoción de trabajo en equipo, desde la perspectiva del aprendizaje cooperativo, y empleando el portafolio de evidencias en estudiantes universitarios.

Las tres investigaciones indicadas se consideran antecedentes relevantes, ya que investigaron sobre los resultados que lograron los estudiantes y sus actitudes al adoptar propuestas de enseñanza orientadas en el marco teórico-metodológico del ACE. Este aspecto citado se toma como referencia para la presente investigación, dando validez al problema de investigación del presente trabajo.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico**

En este apartado se desarrollan argumentos teóricos fundamentales para esta investigación, en tanto permiten el abordaje del complejo objeto de estudio de este trabajo. En este orden se plantean los alcances conceptuales de las siguientes categorías: Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE), propuesta pedagógico-didáctica (contenido, estrategia de enseñanza, evaluación), experiencia educativa, participación en el aula de educación superior, el Ingeniero en minas - metalúrgico y la importancia en el tratamiento de minerales, enseñanza en la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales en educación superior.

#### **2.1 Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE)**

Los estudios desarrollados en torno a cómo aprenden los estudiantes por los teóricos Dewey (1859-1952) y Vygotsky (1896-1934) y los trabajos posteriores de Piaget (1896-1960) son las bases teóricas para el surgimiento del Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE). Para esta perspectiva, la educación tradicional ignora o suprime la responsabilidad del sujeto de aprendizaje. Las pedagogías nuevas activan fuertemente la apropiación cuando ponen en el centro al estudiante; por ello consideran que el aprendizaje que puede influenciar significativamente en el contexto educativo es el que descubre uno mismo, a lo que se denomina Aprendizaje por Descubrimiento.

El ACE, en términos generales, abarca la puesta en el aula de métodos que cambian el foco de la instrucción del profesor al aprendizaje del estudiante. Hay una fuerte intención de desarrollar la autonomía e independencia en el estudio de los alumnos, poniendo la responsabilidad del proceso de formación en sus manos. El ACE requiere estudiantes activos, participantes responsables de su propio aprendizaje y de su propio ritmo de aprendizaje.

El ACE y su práctica están basadas en las teorías constructivistas que enfatizan la función comprensiva del estudiante en la construcción de significado a partir de la articulación entre información nueva y experiencia previa. En otras palabras “el aprendizaje se forma construyendo nuestros propios conocimientos desde nuestras propias experiencias” (Ormrod, 2003 citado en Sierra Gómez, 2013: 7). Si bien existen diversas vertientes del constructivismo (citado en Serrano, J. M. y Pons, R. M. 2011: 5), en este estudio se emplearán algunos aportes del constructivismo cognitivo y del constructivismo socio-cultural. El primero aportará elementos para entender cómo los estudiantes ponen en acción los procesos de construcción del conocimiento; el segundo ayudará a comprender

que los estudiantes no aprenden solos, necesitan intercambiar ideas, posturas, desarrollar procesos colaborativos, en resumen, aprender con el otro.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede decir que ACE es un enfoque que “pone al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. El instructor les brinda a los estudiantes la oportunidad de aprender de forma independiente y los capacita en las habilidades que necesitan para hacerlo de manera efectiva (*Greenwood Dictionary of Education*, Citado en Cukierman, 2018: 30).

El enfoque ACE incluye técnicas como la sustitución de lecciones expositivas por experiencias de aprendizaje activo, la asignación de problemas abiertos y problemas que requieren pensamiento crítico o creativo, que no se pueden resolver siguiendo ejemplos de texto, involucrando a los estudiantes en simulaciones y juegos de roles, y utilizando el aprendizaje autoguiado o cooperativo (basado en el equipo).

Según el marco del Proyecto T4SCL Time for a New Paradigm in Education: (Student-Centred Learning, 2010 citado en Cukierman 2018) las características del ACE son las siguientes:

1. El ACE requiere un proceso de reflexión continuo.
2. El ACE no tiene una única solución para todos los casos.
3. Los estudiantes tienen diversos estilos de aprendizaje.
4. Los estudiantes tienen diferentes necesidades e intereses.
5. La posibilidad de elección es central para un aprendizaje efectivo en el ACE.
6. Los estudiantes tienen diferentes experiencias y conocimientos previos.
7. Los estudiantes deben ejercer control sobre su aprendizaje.
8. El ACE es acerca de “habilitar” en lugar de “contar”.
9. El aprendizaje necesita la colaboración entre estudiantes y docentes.

El ACE, también conocido como educación centrada en el estudiante, en términos generales abarca la puesta en la práctica del aula métodos que cambian el foco de la instrucción del profesor al aprendizaje del estudiante. Hay una fuerte intención de desarrollar la autonomía e independencia en el estudio de los alumnos, poniendo la responsabilidad del aprendizaje en sus manos.

A continuación, se citan los enfoques constructivistas que se aplicaron en esta investigación según esquema N°1 citado en (Serrano, J. M. y Pons, R. M. 2011:5)

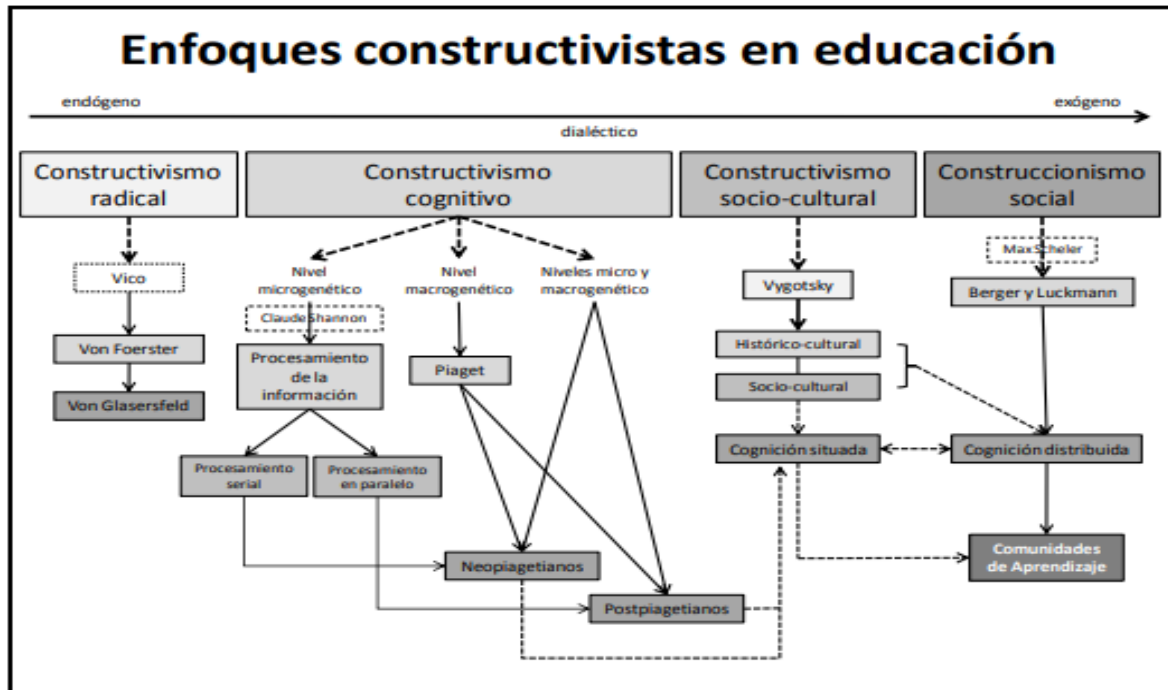


Figura N°1 Esquema de enfoques constructivistas

En base a los enfoques desarrollados en este esquema esta propuesta investigativa transita entre un constructivismo cognitivo y el constructivismo socio cultural por las siguientes razones: toma elementos del constructivismo cognitivo en el sentido que con las actividades ACE se pretende que los estudiantes pongan en acción procesos del construcción del conocimiento para lo cual necesitan diversas acciones tales como pensar, relacionar, reflexionar transferir un método o procedimiento de un lado a otro; también tiene elementos del constructivismo socio-cultural porque el ACE se centra en el estudiante pero no en forma individual si no el intercambio entre estudiantes, aplicando procesos colaborativos, tales como trabajo en grupo, intercambio de ideas, posturas, tareas de coevaluación, en resumen aprender con el otro.

En un salón de clases centrado en el profesor, los profesores escogen qué van a aprender los estudiantes, cómo van a aprender y cómo será evaluado su aprendizaje. En contraste, el aprendizaje centrado en los estudiantes requiere estudiantes activos, participantes responsables de su propio aprendizaje y de su propio ritmo de aprendizaje.

Los paradigmas educativos que posibilitan situar teóricamente el modelo ACE, se presentan en esta investigación siguiendo a Sánchez y Salinas (2015), quien afirma que en un mundo globalizado y plural conviven distintos paradigmas educativos: la Escuela Tradicional, la Nueva Escuela o Escuela Activa, la Escuela Tecnocrática y la Escuela Crítica, enfatizando este último paradigma en la escuela como parte de una estructura



social.

A continuación, en tabla N°1 se muestra una matriz descriptiva de los paradigmas educativos Tradicional, Escuela Nueva, Escuela Tecnocrática y Escuela Crítica,

<b>PARADIGMA EXPLICITIVO</b>	<b>SIGLO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DOCENTE</b>	<b>ALUMNO</b>
<b>ESCUELA TRADICIONAL</b>	XVII	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Coincide con la ruptura del orden feudal y el nacimiento de la burguesía.</li> <li>*Se debate lo político en lo educativo.</li> <li>*Su pilar es DISCIPLINA y MÉTODO *Modelo intelectual y moral.</li> <li>*Verticalismo (ejercer el poder en función de la jerarquía)</li> <li>*Autoritarismo.</li> <li>*Verbalismo (más importante a las palabras que a los conceptos).</li> <li>*El orden en todo es fundamento de la pedagogía tradicional.</li> <li>*El maestro es modelo de imitación</li> <li>*El castigo se impone para bien de los alumnos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Es autoridad.</li> <li>*Depositario del conocimiento</li> <li>*Dueño del método y la palabra autorizada.</li> <li>*Mediador entre el alumno y el objeto de conocimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*No hay una mirada afectiva hacia él.</li> <li>*Infantilizado.</li> <li>*Incorporación acrítica en el sistema de relaciones sociales.</li> <li>*Tabla rasa. El saber le debe ser enseñado.</li> </ul>
<b>ESCUELA NUEVA</b>	XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Respuesta a la escuela tradicional.</li> <li>*Ligado a transformaciones económicas y demográficas.</li> <li>* Con influencia de médicos y psicólogos.</li> <li>*La atención se centra en el alumno.</li> <li>*Desarrolla la personalidad, valora la motivación, el interés y la actividad.</li> <li>*Libera al individuo.</li> <li>*Exalta la naturaleza.</li> <li>*Desarrolla la actividad creadora.</li> <li>*Fortalece los canales de comunicación inter-aula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Crea las condiciones de trabajo que permitan al alumno desarrollar sus aptitudes y aprender a partir de sus intereses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Es el protagonista.</li> <li>*Pone en juego sus intereses al momento de aprender.</li> </ul>
<b>ESCUELA TECNOCRÁTICA</b>	XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Relacionada con la tecnología educativa.</li> <li>* Ligada al proceso de modernización y desarrollo de los países. *Es apoyado por la Psicología conductista, utilizando el pensamiento pragmático.</li> <li>*Modernización de la escuela tradicional con la perspectiva de la eficiencia y del progreso, con una visión reduccionista de la educación.</li> <li>* Elementos característicos: ahistoricismo, formalismo y cientificismo.</li> <li>*Se descontextualiza la educación y se universaliza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Afectividad ausente.</li> <li>*Aplicador de secuencias y actividades ya programadas.</li> <li>*Administrador de contingencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Generador de conductas deseables.</li> <li>*Se capacita según las necesidades pre-establecidas.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>*Se enfatiza en la forma científica del trabajo educativo.</li> <li>*La supremacía la lleva la lógica y la ciencia.</li> <li>*Se resalta el carácter instrumental de la didáctica; microanálisis del salón de clase.</li> <li>*Se elaboran objetivos de aprendizaje.</li> </ul>		
<b>ESCUELA CRÍTICA</b>	XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Visión que cuestiona a la Escuela Nueva, a la Escuela Tradicional y la Tecnología Educativa.</li> <li>*Considera que el problema de la educación no es técnico, sino político.</li> <li>*El docente realiza su trabajo en una institución y se ajusta a un modelo teórico.</li> <li>* Modelo que propone la reflexión-acción-reflexión.</li> <li>* Propicia la construcción de conocimiento, el análisis de la realidad, el compromiso con el medio social.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*El análisis del poder lleva al docente al cuestionamiento de su propia autoridad.</li> <li>* Es activo, propone situaciones favorecedoras del aprendizaje de los alumnos.</li> <li>* Propone situaciones que articulen los saberes previos de los alumnos con los conocimientos nuevos.</li> <li>* Reflexiona sobre su propia práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*La mirada sobre el alumno recupera el valor de la afectividad.</li> <li>* Es activo, construye su aprendizaje, articulando los saberes ya construidos con los nuevos conocimientos.</li> <li>*Es crítico, aplicando procesos reflexivos sobre sus aprendizajes y sobre el contexto.</li> </ul>

Tabla N°1 (Paradigmas educativos)

De las descripciones enunciadas en el cuadro anterior se puede apreciar, en base a la experiencia como docente de la carrera de Ingeniería de Minas, que el paradigma predominante en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje es actualmente el de Escuela Tradicional. Esta investigación pretende situarse en el paradigma de la Escuela Crítica. Si bien resulta fundamental recoger los intereses de los estudiantes al momento de proponer estrategias de aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería en Minas, tal como lo sostiene el paradigma de Escuela Nueva, esto resulta insuficiente ya que, además, es necesario responder al perfil del egresado tal como se plantea en el plan de estudios de la carrera, y su consecuente estructura curricular. Es preciso decir, también, que ninguna escuela es pura en su aplicación, lo cual habilita a utilizar una combinación de estrategias provenientes tanto de la Escuela Nueva como de la Escuela Crítica, considerando que el modelo ACE está centrado en el estudiante lo cual a priori resulta significativo para combinar elementos propios de ambos paradigmas educativos.

En esta línea de pensamiento, para Schunk (citado en Moreta, 2011: 1) el aprendizaje se produce cuando se genera un cambio formativo en el alumno, un proceso activo en el cual el estudiante modifica, construye y enriquece su conocimiento. Este

proceso no se queda únicamente en la adquisición de información, sino que le da cierto significado y es cuando se convierte en conocimiento, originando de esta manera el aprendizaje que no solamente es conocimiento sino también habilidades, actitudes y valores que hacen que la perspectiva de lo que nos rodea vaya cambiando.

Como se mencionó anteriormente en la carrera de ingeniería en minas el paradigma predominante en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje es actualmente el de Escuela Tradicional. Según Alvarado (2017:64) el modelo de la Escuela Tradicional tiene desde el punto de vista curricular un carácter racionalista académico, en el cual se plantea que el objetivo esencial de la capacitación del hombre es que adquiera los instrumentos necesarios para desarrollarse en la sociedad. Este tipo de enseñanza es una educación sustentada en métodos y órdenes, teniendo como herramienta los siguientes factores relevantes:

- El docente es el centro del proceso de aprendizaje.
- La escuela es la principal fuente de información para el estudiante.
- El docente transmite de forma acabada los conocimientos con poca alternativa para que los estudiantes relacionen, amplíen, sugieran, etc. Es decir, para que el proceso intelectual de los estudiantes sea memorístico.
- Objetivos descriptivos, sujetos más al profesor que a los alumnos.
- Se exige mecanización de la información, la disertación es ajena a las características de los estudiantes, los contenidos se ofrecen aislados y desvinculados de la realidad.
- Se informa el acervo cultural de la humanidad como algo acabado.
- No se potencializa el pensamiento teórico de los estudiantes.
- Gran volumen de información.
- No se desarrollan procesos de trabajo de los estudiantes, ya que las actividades prácticas son mínimas.
- La labor fundamental del profesor es la explicación.
- Trabaja la evaluación reproductiva y los métodos expositivos.
- La obediencia de los alumnos es la principal virtud a lograr.
- Relación autoritaria impositiva, pero paternalista.

A los fines de esta investigación, interesa centrar la mirada en el denominado *aprendizaje activo*, en el cual las personas aprenden participando de manera constante, interactúan con quien les enseña y se cuestionan, buscan información, relacionan las nuevas ideas con conceptos ya aprendidos y organizan cada idea de acuerdo a su mundo. Evans (1983) académico inglés, acuñó el concepto de aprendizaje activo, “para aludir al aprendizaje logrado por medio de una reflexión sobre la experiencia, y postuló que el

aprendizaje se alcanza enfocándose en los problemas en un contexto social” (Cukierman, 2018: 32). Prince “concluye que los estudiantes recordarán más contenido si se intercalan actividades breves durante la clase, en contraposición con la predominante tiranía del contenido que alienta a los profesores de enseñanza tradicional a incluir tanto material como sea posible en una clase” (citado en Cukierman, 2018: 33). Esta evidencia de estudio sugiere que los docentes deben estructurar sus cursos de modo que promueva ambientes colaborativos y cooperativos.

## 2.2 Propuesta pedagógico-didáctica

La propuesta pedagógico-didáctica es una construcción efectuada por el docente, en la cual organiza los diversos factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a fin de facilitar, en un tiempo determinado, la apropiación de saberes por parte de los estudiantes. De los diversos elementos que constituyen dicha propuesta, en este trabajo se estudiarán tres de ellos: contenidos, estrategias didácticas y evaluación.

1) Los *contenidos* aluden al conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación se considera esencial para la formación de los ingenieros. Dichos contenidos constituyen el objeto que se enseña y aprende, en forma de informaciones, conceptos, métodos, teorías, valores, normas, actitudes, etc. provenientes de distintos espacios disciplinares, interdisciplinares o transdisciplinares. Los contenidos se estructuran con el fin de explicar, comprender o eventualmente cambiar un sector de la realidad. Dichos saberes orientados con la formación docente se presentan a través de una red de conceptos, representaciones, certezas y creencias que fundan la intervención docente (Gorodokin, 2004).

2) Las *estrategias didácticas* se refieren a los procedimientos o recursos utilizados por los docentes para lograr aprendizajes en los alumnos. El docente debe crear ambientes de aprendizaje propicios para aprender. En el ámbito de la ACE, las estrategias generan aprendizaje activo.

Existen diversas clasificaciones de estrategias. En este trabajo se adopta la propuesta de Cukierman (2018), porque este sistema de clasificación ha sido aplicado en la práctica de aula para alumnos de Ingeniería. Según este autor las estrategias didácticas para promover el aprendizaje activo son:

- *Pensar–Dialogar–Compartir*: en un principio durante el primer momento, por un par de minutos los estudiantes individualmente y en silencio piensan una pregunta planteada por el profesor. Posteriormente en otro par de minutos los estudiantes intercambian y discuten sus respuestas con otro estudiante (relación entre pares). Por último, cada estudiante puede compartir su respuesta, o la conclusión a la que llegó con su compañero.

Toda la actividad no tarda más de cinco minutos, pero genera un clima de alta participación e involucramiento en los temas en estudio.

- *Debates*: plantear dos hipótesis contradictorias sobre un tema en particular. Dividir en dos grupos el Curso y pedir a cada uno, durante algunos minutos, fuera de su inclinación por el tema, que piensen argumentos para defender su postura en relación a la hipótesis. Luego generar debate entre los dos grupos en donde cada uno de ellos defenderá la hipótesis que les delegó el docente en un primer momento.

- *Aprendizaje entre pares*: una de las más sencillas consiste en que el docente les presenta a los alumnos una pregunta (por lo general de opción múltiple) que prepara previamente y aborda alguna de las dificultades de los conceptos de un tema en estudio; luego una parte de los estudiantes toma el problema y analizándolo aporta respuestas de manera de informar a los demás estudiantes. Una vez informado a la clase discuten el problema con sus vecinos por dos minutos y votan nuevamente. Finalmente, los problemas se resuelven con una discusión en clase y aclaración.

- *Aprendizaje invertido*: La idea principal es pedirles a los alumnos que observen un material antes de la asistencia a clases (puede ser un video, leer un documento o pedirles realizar una breve investigación, o darles un problema para que resuelvan), luego cuando entran a clases en el aula hacer preguntas y generar debates sobre el material que se les entregó.

3) *Evaluación de aprendizaje*: se la entiende como el proceso intencional y sistemático de recolección de información a los efectos de valorar el aprendizaje logrado por los estudiantes. Las modalidades tradicionales de evaluación del aprendizaje en Ingeniería son de tipo sumativa. Pons y Serrano (2012: 9) plantean que este tipo de evaluaciones “se aplican al término de una actividad o de un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje con el fin de saber hasta qué punto y en qué grado los alumnos han realizado o no los aprendizajes que se pretendían. Por lo general son escritas y se mide la capacidad de los alumnos al responder de la misma manera que lo haría un docente o resolviendo ejercicios de una manera mecánica, en términos procedimentales de una receta, definida con anterioridad. En contraposición al concepto de evaluación sumativa, el ACE requiere de la incorporación de una evaluación para el aprendizaje de tipo formativa, que ocurre durante todo el proceso de enseñanza/aprendizaje y les permite a los docentes y estudiantes conocer cómo se lleva a cabo dicho proceso. También surge como necesidad de ACE, incorporar de a poco y en beneficio de los estudiantes la evaluación como aprendizaje, donde ellos son sus propios evaluadores, tales como la autoevaluación o evaluación de pares. (Earl, citado en Cukierman, 2018). La mayoría de los docentes realizan evaluaciones **del aprendizaje** y en menor medida **para el aprendizaje**. Está

probado que la evaluación **para el aprendizaje** es una herramienta efectiva para el desarrollo de ACE según lo plantea McDonald (citado en Cukierman, 2018).

Cukierman (2018: 36) expresa algunas de las tantas actividades que pueden utilizarse para evaluar el ACE:

- **Proyectos, experiencias prácticas y trabajos en grupo:** pueden aplicarse con ayuda de herramientas informáticas y en modo virtual, documentos compartidos, plataformas de trabajo colaborativo, etc., es posible evaluar la participación y el desempeño de los estudiantes en estas actividades de manera continua y a lo largo del curso.

- **E-portfolio:** portafolio en soporte digital, es “un sistema de evaluación integrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje que consiste en una selección de evidencia que tiene que recoger y recabar el estudiante un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, el periodo de dictado de una materia y que responde a un objetivo concreto elegido por el profesor. Estas evidencias le permiten a los estudiantes demostrar que está aprendiendo, a la vez que posibilitan al profesor un seguimiento del progreso de este aprendizaje”.

- **Presentaciones e informes:** se refiere a la confección por parte de los estudiantes de presentaciones e informes, orales o escritos, que le sirven al docente para evaluar el trabajo realizado grupalmente y o en forma individual al estudiantado. También favorece la implementación de algún tipo de evaluación por pares.

Es importante para el docente y para el estudiante en la etapa de evaluación hacer su valoración usando **rúbricas**, que son instrumentos de medición en los cuales se establecen criterios y estándares por niveles, mediante la disposición de escalas, que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en tareas específicas. (Vera Vélez, citado en Cukierman, 2018).

### 2.3 Experiencia Educativa

Una experiencia educativa promueve aprendizajes. Es aquella que contiene aspectos relevantes y significativos para el aprendizaje de los alumnos e institucionalmente se sistematiza a fin de potenciar los logros alcanzados generando la posibilidad de transferencias. Es importante señalar aquí que no cualquier práctica educativa cotidiana se transforma en experiencia educativa. Esta última debe cumplir ciertas características, tales como la sistematización por algún integrante del equipo docente o directivo, constituirse en una respuesta innovadora, original y contextualizada a una situación o problemática áulica o institucional.

La noción de experiencia educativa está asociada con las posibilidades de explicación, interpretación argumentativa y proyección que se tiene de las acciones del

quehacer profesional del docente; en cierta medida, la noción de experiencia está muy relacionada con el concepto de praxis, es decir, la acción reflexionada. Según Ramírez (2006), la experiencia educativa evidencia una disposición ética y política para orientar y afrontar el proceso de cambio educativo, así como la manifestación de una serie de expectativas sociales con las que se espera legitimar políticamente la pertinencia de la experiencia educativa en la sociedad y en las comunidades educativas en particular. Esto hace posible que la noción sea objeto de aproximaciones desde diversas perspectivas, entre ellas **la fenomenológica**, la **perspectiva político-pedagógica**, **la epistemológica** dependiendo de las necesidades, preguntas e intereses de quienes se aproximen a esta discusión. Es necesario advertir que estas aproximaciones no son necesariamente excluyentes.

Desde la **perspectiva Fenomenológica** la noción de experiencia educativa está muy ligada con los sentimientos, las percepciones, los saberes, conocimientos y capacidades provocadas por unas prácticas educativas que se incorporan a los sujetos como aprendizajes aleccionadores que van a tomar un lugar en nuestras presencias vitales y un papel en la orientación de las personas en la maraña de las prácticas sociales. Desde la perspectiva fenomenológica se otorga significatividad a los contenidos y procesos de la práctica educativa desplegados bajo determinados ambientes educativos.

Dar significatividad a la acción educativa en el aula de educación superior, no ocurre de manera homogénea ni al mismo tiempo para todos los estudiantes. En la construcción de significado, los sujetos ponen en juego sus historias y memorias ligadas a contextos culturales y sociales, intereses y preguntas forjadas en las biografías personales y colectivas; así como también, los saberes y conocimientos construidos a lo largo de la carrera. De este modo, el significado que cada estudiante de educación superior, en este caso de Ingeniería en Minas, adquiere en su experiencia educativa es de carácter singular y específico.

Desde la **perspectiva político-pedagógica** la noción de experiencia educativa nos coloca en el ámbito de las políticas educativas. En términos generales, la orientación de los procesos de cambio educativo para el caso de las Ingenierías se mueve entre una intencionalidad modernizadora de la educación superior que responda a los cambios, necesidades e intereses predominantes en la sociedad contemporánea, y lo que esa sociedad requiere de un Ingeniero en Minas, y una intencionalidad habitual a la que le cuesta asumir cambios quedando anclada en modelos tradicionales. Para una intención transformadora, la experiencia educativa debe configurarse en la dinámica misma de la realidad que es motivo de transformación; la experiencia es una acción en y no una acción de la realidad; por ello, este tipo de experiencia educativa, decodifica la realidad y se aleja

de intenciones instrumentalizadas, presentándose como posibilidad cierta de autonomía pedagógica.

Desde la **perspectiva epistemológica**, la noción de experiencia educativa implica la relación saber-conocimiento al interrogarse por las condiciones y características de su producción y reproducción en el marco de la relación dinámica entre prácticas y experiencias. Los saberes se expresan en un conjunto de tradiciones pedagógicas, ritos y dispositivos de poder, organización y control, unas formas de simbolizar y representar los actos y procesos que ocurren en el aula universitaria; configura y hace específica una determinada cultura áulica. En estas condiciones el saber pedagógico es un saber difuso, implícito, no decantado, ni reflexionado, que permea el conjunto de relaciones y prácticas sociales cotidianas de la vida institucional. Estos saberes son inminentemente prácticos y concretos y se orientan más por criterios de rectitud, como razón práctica de lo que se debe hacer o decir, que por criterios de validez centrados en una razón argumentativa. En tanto, el conocimiento pedagógico es el resultado de leer, sistemática y críticamente las prácticas educativas por vía de explicitar los saberes que la fundamentan y expresan, de forma teórica, ética y políticamente. Por ello, el conocimiento pedagógico es discurso y es acción. Solo en este sentido, el conocimiento pedagógico es expresión de la autonomía pedagógica del educador, es decir, su reconocimiento como sujeto pedagógico.

En el concepto de experiencia educativa es fundamental el proceso de *sistematización*, entendido como un ordenamiento y reconstrucción que explica el proceso lógico vivido, así como los factores que intervinieron, la forma de cómo se relacionaron entre si y la razón del por qué se obtuvieron los resultados, permitiendo construir nuevos conocimientos.

## **2.4 Participación en aula de educación superior**

La participación es un medio que posibilita una educación de ciudadanos/as libres y responsables, así como un medio para que los alumnos/as aprendan por el gusto de aprender (Gimeno, 1976 citado en bretones Roman, 1996). El propósito de la participación de estudiantes universitarios en el proceso educativo es correr al alumno de la pasividad a que lo somete un modelo pedagógico-didáctico tradicional y hacer que asuma su propio proceso de aprendizaje, al interior del trayecto formativo que asume como futuro profesional.

Según Bretones Roman (1996), tomando los aportes de Young, R. Arnold y K. Watson (1991), se identifican dos grandes orientaciones en el análisis de la comunicación en el aula: una lógico-empirista y la otra interpretativa. Existe una mediación básica del



lenguaje, y el éxito del aprendizaje depende de algún modo **de la participación activa e interpretativa** de los alumnos, y de la claridad de los mensajes emitidos por los docentes. “Vale decir que la enseñanza no es una tecnología, sino un proceso bilateral de comunicación”.

La participación de los estudiantes en aula universitaria conlleva una motivación intrínseca e influye favorablemente en los procesos de enseñanza y en los resultados del aprendizaje. “En la acción educativa, la percepción que tienen los alumnos del grado de libertad y de las oportunidades de elegir, según sus necesidades e intereses particulares, ejercen una gran influencia sobre la calidad del rendimiento, sobre sus sentimientos acerca del proceso de aprendizaje y sobre la atribución de los resultados” (Bretones Roman, 1996: 24). Si esto es así, los profesores tienen el importante deber de facilitar las condiciones, proporcionar los medios y crear el clima adecuado para que los alumnos participen en la toma de decisiones relacionadas con las tareas designadas.

En la participación dentro del aula, según Bretones Roman (1996: 82), en la esfera de los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de la educación institucionalizada, se destacan algunos aspectos relevantes en función a la participación de los alumnos. Estos aspectos participativos se expresan en:

- Los procesos de la clase
- El clima de clase
- Las interacciones entre profesores y estudiantes
- La organización del aula

La participación en los procesos de clases refiere al modo de encarar una situación áulica, procurando hasta donde sea posible la mayor simetría de poder y de voluntariedad, utilizando la negociación como una forma habitual de relación, a pesar de la asimetría elemental entre el profesor y estudiante. Los procesos de la clase son ante todo procesos de comunicación contextualizados, cuyos elementos esenciales son: el emisor (fuente de información), el receptor (destinatario), el mensaje (contenido), el canal (códigos) y el contexto (factores principalmente externos que condicionan o influyen). Desde la perspectiva didáctica, la situación varía según en cuál de los componentes se ponga el énfasis. La dirección de la comunicación puede ser unidireccional o recíproca, es decir que los papeles de emisor y receptor pueden intercambiarse entre docentes y estudiantes.

En relación al clima de clase, está probado que unas buenas relaciones humanas influyen favorablemente en los procesos que se desarrollan en el aula, específicamente en el aprendizaje de los estudiantes. Las relaciones interpersonales están atravesadas por múltiples variables: condiciones físicas y materiales en el aula, organización formal e informal de la institución educativa, nivel de exigencia o sistema de evaluación de los

aprendizajes, método de enseñanza, etc. Precisamente en el método de enseñanza las relaciones (de poder) profesor-alumno son decisivas, lo que en buena medida es equivalente al grado de participación que se le dé al alumno.

Sobre las interacciones entre profesores y estudiantes, o estilos interactivos, es posible diferenciar dos modelos: Bellack y Flanders (citado en Bretones Roman, 1996: 88), por ejemplo, explican la situación en la cual los profesores acaparan el habla en la clase, en una proporción que va desde los 2/3 a los 3/4 del tiempo. La forma verbal o ciclo interactivo más frecuente es que el maestro o profesor pregunta, el alumno responde y el profesor reacciona evaluando; las preguntas casi siempre exigen una respuesta memorística en lugar de reflexiva. Así, el método utilizado es en gran parte expositivo y verbalista, y se espera que los estudiantes estén atentos a las explicaciones y directrices del profesor, escuchando, respondiendo o realizando la tarea indicada. Los estudiantes dedican la mayor parte del tiempo a trabajar solos en tareas de lectura, escritura y observación.

En esta misma línea, Delamont (1984, p. 136 y ss.) considera que el papel fundamental del profesor es definir la situación, mediante el control del contenido y del comportamiento de los estudiantes. Para tener control sobre el contenido se utilizan exposiciones y preguntas; para tener control sobre los estudiantes indica continuas directrices. El papel complementario y prioritario de los estudiantes consiste en dar la respuesta correcta, conocida y esperada por el profesor (es decir, responder con la finalidad de que su respuesta sea aceptada por el profesor).

La otra situación sobre estilos interactivos refiere a la implementación de altos grados de horizontalidad en la relación docentes-estudiantes. La verticalidad entre docentes y estudiantes se ve atenuada en alguna o gran medida cuando se ofrece a los alumnos la posibilidad de interactuar y trabajar con los compañeros para lograr metas comunes. Si bien es verdad que esta posibilidad es todavía escasa en carreras de Ingeniería, y en muchas de las ocasiones se hace de modo parcial o desvirtuado, resultan muy interesante la aplicación de prácticas interactivas o grupales tales como los debates colectivos, las discusiones en subgrupos, el trabajo en pequeños equipos, la colaboración en parejas, la enseñanza recíproca y la aplicación de algunas técnicas de dinámica de grupos. Todas estas actividades son oportunidades que posibilitan la intervención o participación de igual a igual entre estudiantes, favoreciendo el aprendizaje desde sus experiencias y sus propias ideas en la resolución de cuestiones, problemas o pequeñas investigaciones de forma natural y verdaderamente compartida. Este modelo de interacción propicia que la palabra del docente no sea la única escuchada en el aula y que se habilite la voz y la opinión de los estudiantes.

La organización del aula, espacio en el cual se desarrolla la acción-interacción del profesor y los estudiantes, necesita de una adecuada disposición de sus elementos. Esos elementos suelen ser: la ordenación del espacio y del tiempo, la distribución de los estudiantes y coordinación de las actividades, la disponibilidad de materiales y recursos, y las normas de funcionamiento. Este último elemento es el aspecto más dinámico y susceptible de negociación democrática que, a su vez, está directamente relacionado con la participación de los estudiantes.

En cuanto al espacio y el tiempo es importante evitar la rigidez previendo la existencia de diferentes módulos espaciales y temporales dentro y fuera del aula y a lo largo de la jornada de clases. Ello se concretará, por ejemplo, en la habilitación del aula como uso para diferente trabajo y como espacio de reunión, así como la disponibilidad de sesiones y momentos de muy diverso contenido, propósito y por tanto duración. Todo ello favorecerá la participación de los estudiantes.

La distribución de los estudiantes y la estructuración de las actividades en el aula van estrechamente relacionadas. El agrupamiento de los estudiantes debe ser flexible, se compaginará el trabajo individual, en parejas, pequeño equipos, grupos de discusión y gran grupo (que puede incluir una o a varias clases), las actividades pueden ser de distinta naturaleza y alcance: teóricas y prácticas, de expresión y comprensión oral o escrita; intelectuales y manuales, sociales y afectivas, lecturas y estudio, de redacción, enseñanza recíproca, técnicas de dinámicas de grupos, confección de materiales diversos, manejo de medios audiovisuales, resolución de problemas, investigación, presentación de informes, planificación, revisión y evaluación, asambleas y talleres, etc.

La disponibilidad de los materiales o recursos didácticos es necesaria para llevar adelante un plan de actividades ambicioso y una metodología activa. Los recursos son innumerables, van desde los típicamente materiales como libros, mapas y carteles o láminas, pizarra y cuadernos hasta objetos tridimensionales y reales, pasando por modernos medios audiovisuales y de comunicación social en sus diversas manifestaciones y usos, personas e instituciones de todo tipo. Para alcanzar ese plan de actividades y esa metodología activa esto no debe quedar en mera retórica; es necesario apelar a la voluntad, compromiso y responsabilidad de todos los implicados.

## **2.5. El Ingeniero en Minas - Metalurgia y la importancia del tratamiento de minerales**

Según se expresa en textos de la Universidad Nacional de Colombia (2019) la **Ingeniería de Minas y Metalurgia**, es la rama de la ingeniería que estudia la explotación – extracción y procesamiento de los recursos minerales de la corteza terrestre, y por lo tanto es pertinencia de ella, estudiar, analizar y fomentar la innovación y/o

adaptación tecnológica dentro de cada uno de los diferentes procesos involucrados en las explotaciones minero-metalúrgicas, en la gestión, la ejecución y el control en todas y/o cada una de las fases de un proyecto minero-metalúrgico.

Una planta concentradora o planta de tratamiento de minerales es una unidad metalúrgica de producción constituida por una serie de equipos y máquinas instaladas de acuerdo a un Lay Out o diagrama de flujo, donde la **mena** es alimentada y procesada hasta obtener uno o más **productos valiosos** denominados concentrados y un producto **no valioso** denominado **relave o ganga**. Los minerales en esta etapa de la metalurgia extractiva no sufren ningún cambio químico. La importancia de estos conocimientos específicos en tratamiento de minerales relaciona los recursos naturales de la tierra, y la aplicación de los mismos en la construcción de los materiales necesarios para el desarrollo de la sociedad actual y futura.

En las carreras de Ingeniería en general, y en la carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL en particular, el abordaje de la enseñanza del tratamiento de minerales tradicionalmente ha seguido los lineamientos del modelo centrado en el profesor. De este modo, una clase en aula universitaria de una materia que aborde el contenido tratamiento de minerales, se estructura o alcanza la siguiente dinámica: las clases se separan en teorías y prácticas, alcanzando las teorías el 40 % del tiempo que insume la asignatura, y 60 % clases prácticas del total de programación de la materia. En una clase teórica el profesor entra al aula, luego ingresan los estudiantes se sientan en mesas dispuestas en el aula que apuntan hacia un televisor (por lo general no viene el total de curso a dichas teorías), luego el profesor expone durante dos horas, mediante ayuda de una presentación en computadora. Las clases teóricas de cada unidad del programa se acompañan de la exposición verbal del docente, mientras los alumnos escuchan la clase, sin tomar apuntes. En la mayoría de los casos existe poco intercambio de participación entre docente y estudiantes. Por lo general, las preguntas de los estudiantes suceden al final de la clase para saber cuestiones como si apuntes estarán dispuestos en forma electrónica en un drive o bien si el docente se los enviará vía mail, con muy poca participación. En pocas ocasiones preguntan algunas dudas relacionadas al tema. Culminado el tiempo de la clase se retiran estudiantes y por último el profesor es quien apaga el medio audiovisual que utilizó. Una vez terminada la clase teórica de ese tema, en otro día de la semana programada se da la clase práctica con el docente a cargo de la comisión de trabajos prácticos. Una clase normal de trabajos prácticos, acontece con el ingreso del docente al aula, luego llegan los estudiantes por lo general siempre entre 10 a 15 minutos más tarde del comienzo de la clase; el profesor espera ese tiempo de tolerancia y toma lista de presentismo ya que se requiere un 80 % de asistencia, los estudiantes se sientan en

bancos ya dispuestos al frente de un pizarrón y el profesor comienza la clase leyendo enunciados de problemas tipo, extraídos de bibliografía; se vale del pizarrón para describir las rutinas de cálculo con ayuda de este y el acompañamiento verbal de lo escribe. Una vez descrita la rutina nemotécnica los estudiantes dimensionan mediante cálculo los equipos y se hace una corrección con acompañamiento del docente, el cual a su vez asiste a los estudiantes si les surge una duda en la realización del ejercicio, yendo a donde se encuentran sentados. Cumplida las dos horas de práctica se da por culminada la clase y se continúa con el tema que no se terminó la anterior clase o bien tema nuevo según el avance de teoría. Por último, culminado el tiempo de clases los estudiantes se retiran y el profesor ordena su material de clases, disponiéndose a apagar luz y cerrar el aula para luego realizar nuevamente la rutina de clases en otro día programado para tal fin. Los estudiantes tienen un horario de consulta en la semana que por lo general no utilizan.

Considerando la descripción realizada sobre una situación cotidiana en el dictado de una asignatura, y a través de la aplicación de una propuesta pedagógica didáctica que involucra contenidos, estrategias y evaluación recreada en una experiencia educativa centrada en el modelo ACE para la enseñanza de Planta de Tratamiento de Minerales, esta investigación pretende hacer ver que es posible una mejora en la participación de los estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería en minas de la UNSL, según la cohorte en la que se aplique.

## **Capítulo 3**

### **Consideraciones metodológicas**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Esta investigación está anclada en un diseño de tipo mixto, articulando datos cuantitativos con la información cualitativa desde una perspectiva interpretativa; sin embargo, la lógica predominante es la cualitativa.

La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas, tratando de minimizar sus debilidades potenciales. Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008).

La investigación cualitativa es aquella que produce teoría sobre la base de la información generada desde los propios marcos de referencia de los sujetos, para Viejtes (2004: 613), “tiene como intención entender los acontecimientos, acciones, normas, valores, etc., desde la perspectiva de los propios sujetos que las producen y experimentan”. Vasilachis agrega que este tipo de investigación está “localizada en un tiempo y en un lugar real y concreto. Para su desarrollo se utilizan una serie de prácticas interpretativas” (en Pacheco, 2018: 43).

La metodología de investigación adoptada permitió analizar la promoción del aprendizaje activo en el aula con la finalidad de mejorar la participación y el involucramiento de los estudiantes de quinto año de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL con los contenidos de una asignatura, mediante una propuesta pedagógico-didáctica basada en el ACE.

#### **3.2 Unidades de estudio y de análisis**

Esta investigación se realizó en la UNSL, en el espacio destinado a la enseñanza de Tratamiento de Minerales dentro del Laboratorio Metalúrgico, perteneciente al Departamento de Minería, dependiente de la Facultad de FCFMyN.

Los sujetos de estudio que involucró esta investigación se presentan separados en dos tipos o unidades de estudio:

- Estudio 1: referido a la participación en el aprendizaje que se viene desarrollando tradicionalmente en la carrera Ingeniería en Minas, se trabajó con estudiantes de

una edad aproximada de 20 y 22 años, de materias de 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> año de la rama de tratamiento de minerales. Dentro de la carrera de Ingeniería en Minas se tienen materias específicas comunes a ambas ramas de la carrera, la primera de ellas es Explotación de Minas, cuyo objetivo es la explotación y extracción del mineral de la corteza terrestre; y posteriormente la rama de metalurgia que abarca entre otras el procesamiento de los minerales para llegar a obtener un producto útil con valor económico en el mercado.

- Estudio 2, referido a la participación activa en el aprendizaje a partir de la aplicación de estrategias pedagógico-didácticas del modelo ACE, se trabajó con estudiantes de una edad aproximada de 23 a 24 años de edad de ambos sexos, aproximadamente en promedio de 60 % hombres y 40 % mujeres, de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, que corresponde al quinto año de la carrera de Ingeniería de Minas para ambas ramas de la carrera. Los sujetos que integraron esta investigación conformaron una cantidad variable entre 3 y 10 estudiantes por año lectivo, de los años 2020, 2021 y 2022. Por tanto, el muestreo es de tipo intencional y exhaustivo, ya que la muestra involucró a la totalidad de los estudiantes de la asignatura antes mencionada.

### **3.3 Las estrategias de generación de la información**

Para conocer cómo es la participación de los estudiantes en el aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL que aporte orientaciones para la recreación del Modelo ACE (Estudio 1, primer y segundo objetivos específicos) se emplearon dos instrumentos:

- Una encuesta que permitió registrar cómo ha sido la participación de los estudiantes en cursos anteriores al investigado. La finalidad fue recabar información sobre cómo consideran los estudiantes que se desarrollan las clases a lo largo de la carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL.
- Recopilación de documentos. En este trabajo se estudiaron los planes de estudios de la carrera Ingeniería en Minas para que aporten información relevante acerca de las dimensiones constitutivas del objeto de estudio. Los planes de estudio desde que se creó la carrera en la UNSL fueron diez en total, desde el año 1985 a 2015 (Plan vigente actualmente).

Para estudiar la participación en el aprendizaje en la experiencia de ACE (Estudio 2, tercer y cuarto objetivos específicos) se emplearon diversos instrumentos en orden a captar la diversidad que supone el desarrollo de la experiencia educativa que se estudió:

- Producciones efectuadas por estudiantes en base a las actividades seleccionadas que se

consideraron del ACE. En este trabajo se recogieron los resultados de las evaluaciones parciales y los trabajos prácticos de las comisiones de estudiantes de 2020, 2021 y 2022, teniendo presente que el año 2020 fue de cursado virtual producto de la pandemia de Covid-19.

- Cuestionarios de valoración de la práctica docente. Dichos cuestionarios se realizaron en tres etapas de la cursada de la materia: inicio, intermedio y final de la misma, solicitando opinión acerca de la aceptación de actividades propuesta ACE y la apropiación de los temas dados como contenidos.
- Observación participante del docente, donde se utilizó un cuaderno (Diario de campo) en todo el proceso observando, en forma participante, aquellos emergentes que surgían.
- Entrevistas grupales, que posibilitaron enfocar la comprensión detallada de las perspectivas y representaciones que construyeron los sujetos involucrados respecto de la aplicación de las actividades propias del modelo ACE.

### **3.4 Características de instrumentos para recolectar datos**

Los instrumentos para recolectar datos, y sus características, pueden ser descriptos de la siguiente manera:

Encuestas: según Gil (citado en Rodríguez y Otros, 2011) la construcción de la encuesta exige traducir los objetivos específicos de la investigación en ítems bien redactados. Básicamente, la encuesta es un instrumento de la investigación que trabaja sobre la base de un cuestionario, que consiste en obtener información cuantitativa de las personas encuestadas. Esto se hace mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica, la cual ayudará en términos estadísticos o no sobre un tema en particular de quien lo ejecuta.

Análisis documental: se realiza a través del análisis de libros, revistas, documentos oficiales, empresariales o privados, artículos y publicaciones, todos ellos generados en instituciones y por sujetos especializados, ya sea en formato papel o en formato digital vía documentos de internet. Estos últimos, constituyen una forma simple y económica de obtener información de teoría o investigaciones ya realizadas acerca del tema de interés. Los documentos aluden a una amplia gama de registros escritos y simbólicos que tienen como finalidad acreditar hechos, describir situaciones, prescribir actuaciones, entre otros. Los mismos se refieren a algún aspecto del mundo social, y contienen algún significado. El análisis documental es una operación intelectual, según Curso Análisis Documental Lourdes Castillo (2004-2005), que produce un subproducto o documento secundario a través del proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos que lleva adelante el investigador, para luego sintetizarlo y comprenderlo.



Cuestionarios: Los cuestionarios suelen asociarse a enfoques y diseños de investigación típicamente cuantitativos, pero también muchas son las razones para la asociación entre los cuestionarios y la investigación cualitativa, estas son:

- Favorecen el acercamiento a formas de conocimiento nomotético no ideográfico.
- Su análisis se apoya en el uso de estadísticas que pretenden acercar los resultados en unos pocos elementos (muestra) a un punto de referencia más amplio y definitorio (población).
- Suelen diseñarse y analizarse desde el punto de vista del investigador, según necesidades de la investigación.

Para Marconi y Lakatos (1999) es un instrumento de colecta de datos constituido por una serie ordenada de preguntas, que deben ser respondidas por escrito y sin presencia del entrevistador.

- Entrevistas: existen de varios formatos, en este caso se aplicaron entrevistas de carácter semiestructuradas permitiendo la combinación de preguntas ya establecidas con preguntas emergentes en la situación de entrevista. Según Donofrio (2008) la entrevista semiestructurada, en profundidad o abierta, es una estrategia de investigación cualitativa por excelencia, consiste en la realización de uno o más encuentros “cara a cara” entre el entrevistador y uno o varios informantes, encuentros que están dirigidos al desarrollo de una comprensión detallada de las perspectivas y representaciones socialmente construidas que tienen esos informantes respecto de experiencias o situaciones en los que estuvieron o están involucrados, y los significados subjetivos que tienen para ellos, tal como los expresan con sus propias palabras. Según Albert (2007: 250) indica que “se las puede definir como una conversación de un grupo con un propósito”. Tiene como finalidad poner en contacto y confrontar diferentes puntos de vista a través de un proceso abierto y emergente centrado en el tema objeto de la investigación. Para Taylor y Bogdan (2000:78) es rápida, oportuna, válida y poco costosa, también constituye una fuente importante de información para comprender las actitudes y creencias, saber cultural, y las percepciones de una comunidad. Esta entrevista es un medio para recolectar en poco tiempo información cualitativa, por lo general con grupos de 6 a 12 personas, y se divide en 2 componentes esenciales: (a) el contenido de la información, lo que se dice y (b) el proceso de la comunicación, cómo se dice.

- Observación participante: según Albert (2007:232), “se trata de una técnica de recolección de datos que tiene como propósito explorar y describir ambientes (...) implica adentrarse en profundidad, en situaciones sociales y mantener un rol activo, pendiente de los detalles, situaciones, sucesos, eventos e interacciones”. Por su parte, Taylor y Bogdan (2000: 60) explican que en la observación será necesario tener en cuenta dos aspectos

importantes que pueden influir en el resultado obtenido tras la misma, es el ocultamiento y la intervención. En el ocultamiento el individuo observado puede percatarse de la presencia del observador y distorsionar la conducta. La intervención denota el grado en que el investigador, a diferencia de un observador pasivo, estructura el ámbito de observación en respuesta a las necesidades del estudio. La observación participante se realiza anotando en un diario de campo los sucesos, actitudes, imprevistos, emergentes, etc. que son percibidos al momento de la experiencia que se está observando.

### **3.5 Estrategia de análisis de la información**

Para los aspectos cuantitativos, de análisis de datos, se utilizaron las herramientas básicas de la estadística descriptiva, realizando cuadros, tablas y gráficos.

Para el análisis cualitativo, se adoptó como guía el “Esquema General” propuesto por Miles y Huberman (1994, en Rodríguez Gómez y otros, 1999) que incluye las siguientes acciones:

- \* Reducción de la información
- \* Disposición y transformación de la misma.

Su objetivo es elaborar un nivel de conceptualización que emerge a partir de la información. Cabe aclarar que el conocimiento que se obtuvo es de tipo ideográfico, es decir, que los resultados obtenidos a partir de esta investigación son aplicables sólo para el grupo particular estudiado.

#### **3.5.1 Noción de triangulación**

Para interpretar los datos de este trabajo se utilizó la triangulación, cuyo concepto es fundacional en el desarrollo de los proyectos de investigación que combinan metodologías cuantitativas y cualitativas (métodos mixtos). Surge y se despliega en forma contemporánea al resurgimiento de los métodos cualitativos y es crecientemente utilizado a medida que lo cualitativo gana espacio y legitimidad dentro de las Ciencias Sociales (Pablo Forni y Otros, 2020).

Según Creswell (2015: 2), principal propulsor y activo difusor de este movimiento de triangulación, la investigación con métodos mixtos permite al investigador reunir datos cuantitativos y cualitativos, los cuales integra para luego realizar interpretaciones basadas en la combinación de fortalezas de ambos tipos de datos.

Las principales características del método mixto son las siguientes (Cresswell y Plano Clark, 2011: 5):

- recoge y analiza persuasiva y rigurosamente tanto datos cualitativos como cuantitativos (basados en preguntas de investigación)

- Mezcla (o integra o vincula) los dos tipos de datos concurrentemente a través de su combinación (o fusión), secuencialmente al construir uno sobre otro, o por incrustamiento (embedding) de uno en el otro
- Otorga prioridad a una o ambos tipos de datos (según qué enfatiza cada investigación)
- Utiliza estos procedimientos en un solo estudio o en múltiples fases de un programa de estudio
- Enmarca estos procedimientos dentro de visiones filosóficas del mundo y lentes teóricas
- Combina los procedimientos en diseños de investigación específicos que dirigen el plan para la conducción del estudio

### **3.5.2 Tipos de triangulaciones**

Para la interpretación de los datos Cualitativos – Cuantitativos, pueden utilizarse diferentes tipos de triangulaciones (Forni, 2010), ellas pueden ser:

- Triangulación metodológica: triangulación entre métodos considerados como complementarios en la investigación de un fenómeno. Se clasifica en triangulación intra-métodos, combinando variantes del mismo método (sea cualitativo o cuantitativo); y triangulación inter-métodos, que implica implementar abordajes metodológicos distintos (cuantitativos y cualitativos) en una misma investigación.
- Triangulación de datos: implica implantar diferentes estrategias de recolección de datos, con el fin de contrastar un determinado conjunto de observaciones con otros, abordando el mismo fenómeno.
- Triangulación de investigadores: tiene que ver con conformación de equipos de investigación que permitirían superar los sesgos que le daría un investigador solitario a un determinado proyecto.
- Triangulación teórica: implica combinar perspectivas teóricas en una misma investigación de modo que éstas se complementen en el análisis de los datos u ofrezcan abordajes alternativos de un mismo fenómeno con el fin de sopesar cuál es más adecuado.

En resumen, de todo lo expuesto e investigado anteriormente este trabajo de investigación se basó en una interpretación de la información realizada a través de una “triangulación de datos”.

## Capítulo 4

### Análisis e interpretación de la información

#### 4. a. ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA: EL CASO DE INGENIERÍA EN MINAS DE LA FCFMyN DE LA UNSL

A partir de la experiencia personal como estudiante primero, y como docente luego, es posible afirmar que en el aula universitaria de la Carrera de Ingeniería en Minas es predominante la enseñanza tradicional, posicionando al docente en el lugar de portador de los conocimientos requeridos para la formación académica de los futuros ingenieros, y a los estudiantes en el de receptores de esos conocimientos. Las características de este tipo de enseñanza son el orden y la autoridad; el orden se materializa en el método que ordena tiempo, espacio y actividad, mientras que la autoridad se personifica en el docente como dueño del conocimiento y del método. Esta forma de dictado de las asignaturas genera poca participación y un rol pasivo de los estudiantes en relación al desarrollo de las clases y de los contenidos. Claramente esta situación va en contra de las necesidades actuales de formación de un Ingeniero en Minas, ya que la demanda laboral requiere de un profesional altamente activo en la toma de decisiones.

##### 4. a.1. Análisis de encuestas/cuestionarios

En la **encuesta 1** que se aplicó en esta investigación, referida a las características de docentes y estudiantes de dos materias particulares de quinto y cuarto año de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL, se visualizan aspectos claros que refieren a la enseñanza tradicional como forma predominante. Las preguntas y las respectivas opciones de la encuesta se pueden visualizar en **anexo 1** de este trabajo y fueron realizadas en el primer cuatrimestre del año 2022, así como las respuestas de dos alumnos elegidos al azar (**anexo 1a** alumno 4<sup>to</sup> año, y **anexo 1b** alumno 5<sup>to</sup> año).

Se tomaron como muestra 15 estudiantes de la carrera: 4 estudiantes de cuarto año y de la asignatura Tratamiento de Minerales 2; y los 11 restantes de la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales perteneciente a quinto año de la carrera. De los 15 estudiantes 5 son de sexo femenino y los 10 restantes de sexo masculino, conformando una muestra que tiene preponderancia de edades mayores a 20 años sin alcanzar los 30. Esto nos indica que son estudiantes que han ingresado a la carrera al salir del Nivel Secundario y que tienen un cursado regular con un ritmo constante. Son estudiantes que pueden dar cuenta de la forma en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera, de un modo frecuente, sin alteraciones temporales prolongadas.

A continuación, se presenta un gráfico representativo por cada pregunta realizada y la indicación de las respuestas recabadas, con un análisis interpretativo de las opiniones de los sujetos encuestados.

Pregunta 1: A lo largo del proceso de formación en la carrera del Ingeniero en Minas ¿cuál ha sido la principal metodología utilizada por los docentes para llevar adelante sus clases?

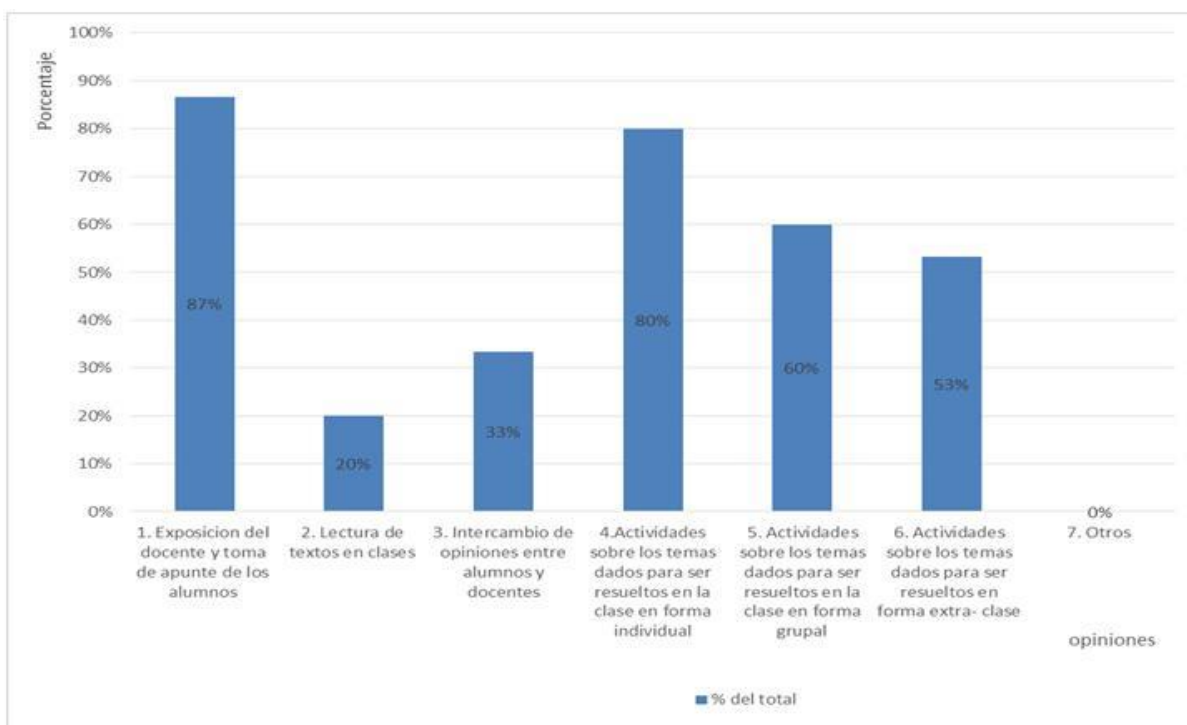


Gráfico 1

El gráfico 1 muestra que el 87% de los encuestados afirma que la exposición del docente y la toma de apuntes por parte de los estudiantes es la más representativa de todas las opciones, indicando con claridad el paradigma educativo de enseñanza tradicional. Este aspecto se fortalece con el señalamiento del 80% de los encuestados sobre trabajos individuales basados en lo expuesto por el docente, y 60% de respuestas positivas para trabajos grupales también basados en la exposición docente. La palabra del docente es aquí el eje, el centro, el soporte de la clase. Es notorio, también, que el 20% de los encuestados marca la lectura de textos en clases como una actividad que forma parte de la metodología de trabajo habitual, dejando a la vista entonces que un 80% de los estudiantes no indica que este tipo de actividad sea frecuente como estrategia pedagógico-didáctica. Se suma a este análisis el indicador del 33% de opiniones refiriéndose al intercambio entre docentes y estudiantes como una práctica desarrollada en las aulas, resaltando de este modo al 67% de estudiantes encuestados no consideran el intercambio de ideas en clase con sus profesores, como una práctica frecuente. Así, las respuestas de

los sujetos encuestados, están indicando que el intercambio de ideas y opiniones en el aula es poca, como así también un rol pasivo y de recepción del conocimiento que ellos asumen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, quedando el profesor como centro y referente de la situación.

Por otro lado, las opciones elegidas por los estudiantes encuestados en esta pregunta marcan una tendencia al trabajo individual por encima del grupal. El 80% señala que las actividades planteadas para resolver durante las clases son de tipo individual, mientras eligen en un 50% la opción de trabajos grupales en clase. El 53% señala que hay actividades por fuera de las clases, con los temas planteados por el profesor.

Los porcentajes expuestos fortalecen la afirmación referida a una propuesta predominante de enseñanza en el cursado de la carrera Ingeniería en Minas basada en el modelo pedagógico tradicional, con centro en la exposición oral del profesor. De lo anterior analizado se desprende según cuadro 1 del marco teórico, que el docente es autoridad, depositario del conocimiento, dueño del método y la palabra autorizada, mediador entre el alumno y el objeto de conocimiento. Según Alvarado (2017: 54), la escuela tradicional, se refiere a: la implantación de un solo método, sin tomar en cuenta las características del sujeto estudiante; el desarrollo del conocimiento y elaboración de la materia que ha de ser realizada por parte del profesor, reforzando la figura del docente como el que sabe y el que imparte el saber, y la figura del estudiante como el receptor, que solo escucha y memoriza.

En este sentido, es interesante recuperar el análisis de Bellack y Flanders (citado en Bretones Roman, 1996: 88), cuando explican la situación áulica en la cual los profesores acaparan el habla. Los profesores, a través de la forma verbal o ciclo interactivo de preguntas (profesor) y respuestas (estudiantes), además de transmitir conocimiento, evalúan al estudiantado. Tal como expresan los autores, las preguntas casi siempre exigen una respuesta memorística en lugar de reflexiva. El método pedagógico-didáctico puesto en juego es en gran parte expositivo y verbalista, y se espera que los estudiantes estén atentos a las explicaciones y directrices del profesor, escuchando, respondiendo o realizando la tarea indicada. Los estudiantes dedican la mayor parte del tiempo a trabajar solos en tareas de lectura, escritura y observación, sosteniendo la responsabilidad individual en el aprendizaje. Delamont (1984), por su parte, considera que el papel fundamental del profesor es definir la situación, mediante el control del contenido y del comportamiento de los estudiantes. El control sobre el contenido se ejerce a través de exposiciones sobre temas del contenido con preguntas orales a los estudiantes; el control sobre los estudiantes de ejercer en el planteo de continuas directrices, con recordatorios, tareas a realizar, señalamientos sobre lo que de ellos se espera, etc. Resalta Delamont que el papel complementario y prioritario de los estudiantes consiste en dar la respuesta

correcta, conocida y esperada por el profesor (es decir, responder con la finalidad de que su respuesta sea aceptada por el profesor).

Pregunta 2: ¿Cómo son presentados los contenidos por los docentes?

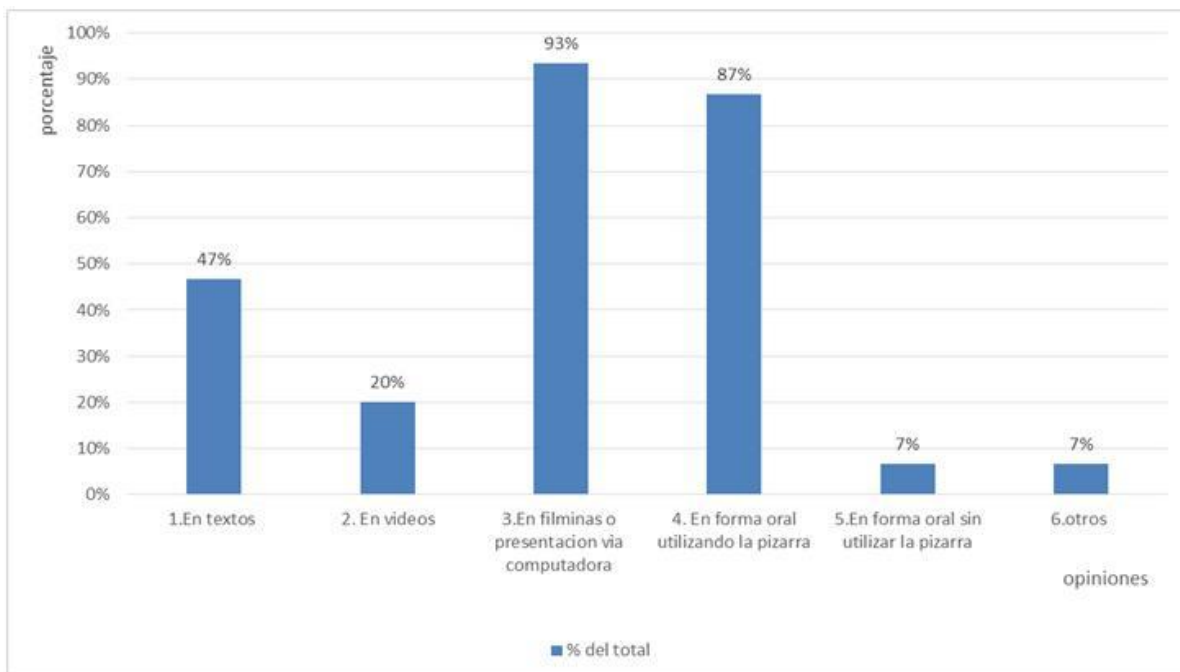


Gráfico 2

El gráfico 2 muestra las apreciaciones de los estudiantes sobre la forma de presentar el contenido que aplican sus docentes. El 93% de los encuestados dice que recibe los contenidos del docente en filminas o vía presentaciones en computadora, y sólo el 20% elige la opción de videos; el 87% expresa que recibe contenidos del docente copiando desde la pizarra; y el 47% expresa que los contenidos están en textos proporcionados por el profesor. Se infiere, según este último porcentaje, que el 53% restante al no elegir la opción de los textos como fuente de contenido, consideran la exposición del docente en clases como el eje para el estudio de los temas de las asignaturas. Por último, el 7% de los encuestados afirma que los contenidos son transmitidos en forma oral sin utilizar la pizarra. Se reafirma, de este modo, la predominancia del verbalismo de los docentes en la transmisión de contenidos, estrategia propia de un modelo pedagógico-didáctico tradicional.

Pregunta 3: ¿Desde qué perspectiva cree usted que está planteado el contenido de las materias que cursó?

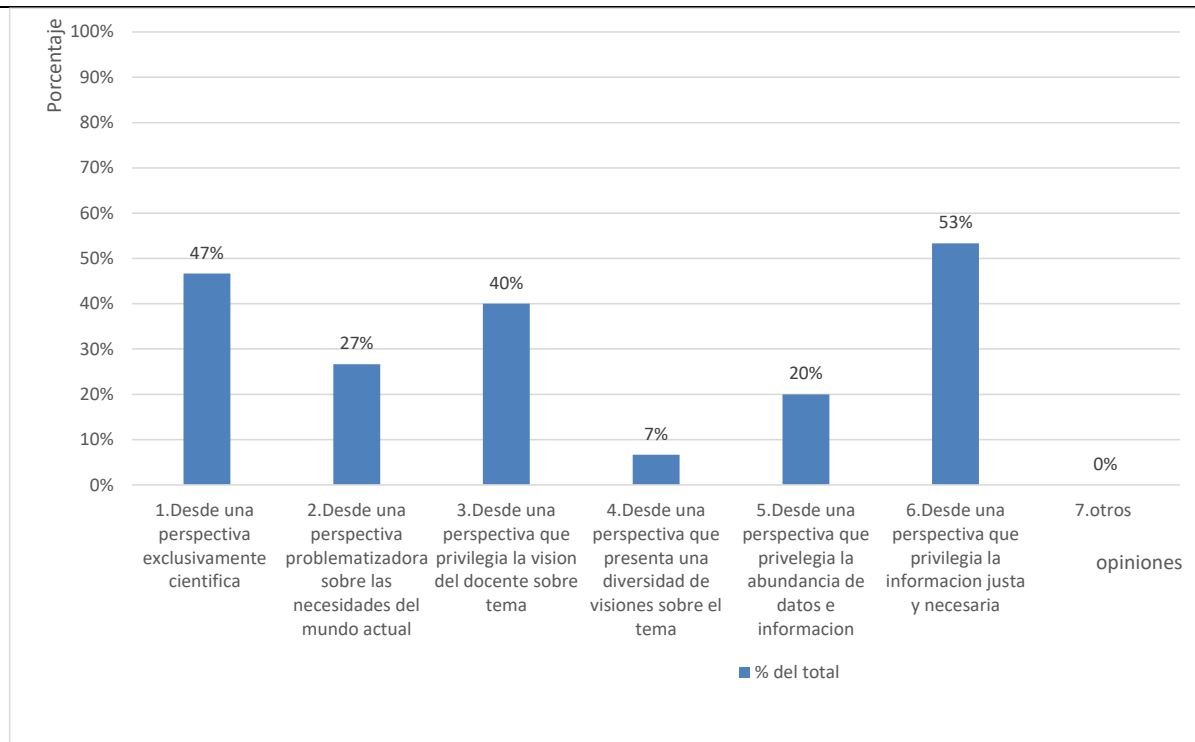


Gráfico 3

El gráfico 3 presenta la opinión de los estudiantes sobre la perspectiva sobre el contenido que ofrecen los docentes a sus estudiantes. El 53% de los encuestados indica que el contenido que presentan los docentes se acomoda a lo justo y necesario, es decir, es lo mínimo que se espera se sepa del tema en cuestión. Un 20% de los encuestados indica que el contenido se ofrece privilegiando la abundancia de datos e información, dato llamativo porque está indicando que el 80% de los estudiantes considera que los contenidos no se presentan con la apoyatura de buena proporción de datos e información. Además, el 47% de los encuestados afirma que el contenido se da desde una perspectiva exclusivamente científica, esto es, sin incorporar otras visiones sobre los contenidos, tales como sociales, políticas, ambientales, etc.; mientras que solamente el 27% de los encuestados indica que los problemas son mirados desde una perspectiva problematizadora sobre las necesidades del mundo actual. Sólo el 7% de los estudiantes dice que los docentes presentan el contenido incorporando diversas visiones sobre el mismo. Para cerrar esta presentación de porcentajes, se destaca que el 40% de los encuestados expresa que el contenido representa la visión del docente sobre el tema, dejando ver, y en estrecha relación con el primer porcentaje analizado en esta pregunta, que hay una visión desde la producción científica vigente para presentar los contenidos.

De lo anterior analizado se desprende, según conceptos volcados en el marco



teórico, la preponderancia de los modelos tradicional y tecnocrático en relación al tratamiento del contenido que ofrecen los profesores de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL. Se fundamenta este análisis en el verbalismo y palabra autorizada de los docentes para presentar los contenidos, y el carácter cientificista que se le otorga al mismo. Según Alvarado (2017) el contenido de la enseñanza, en este caso universitaria, consiste en un “conjunto de conocimientos y valores sociales” que se transmiten a los alumnos como “verdades acabadas”. Es común que estos contenidos estén dissociados de la experiencia cotidiana de los estudiantes en particular, y de las realidades sociales en general. Así, la Escuela Tradicional es llamada enciclopedista e intelectualista; ofreciendo una linealidad secuencial de los contenidos, que se expresa en los programas y sus partes, no expresando la interacción entre los temas que lo componen, dando un tratamiento aislado a cada tema.

Pregunta 4: ¿cómo son las evaluaciones parciales en la carrera de ingeniería en minas?

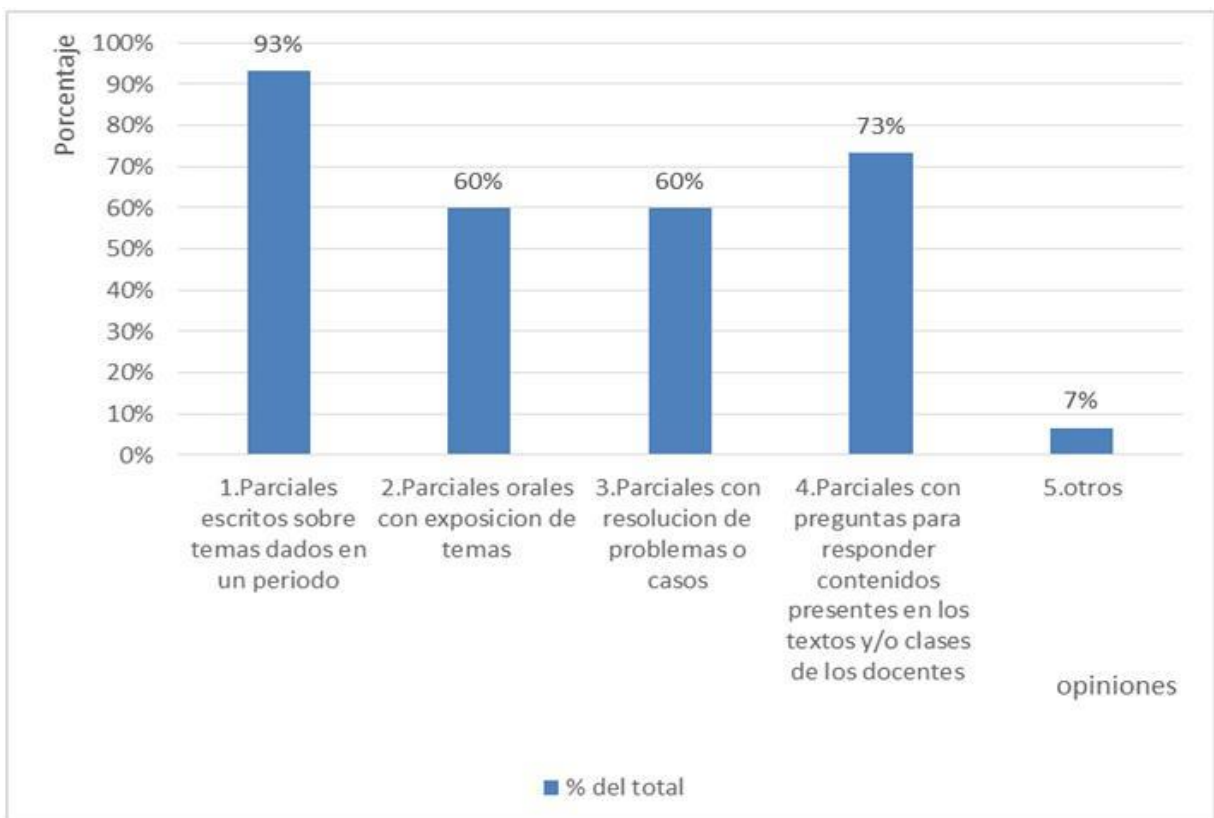


Gráfico 4

El gráfico 4 permite visualizar las opiniones de los encuestados en relación a las evaluaciones parciales. El 93% de los encuestados habla de evaluaciones parciales de tipo sumativas, al finalizar un periodo de temas dados en clase, algo característico de evaluaciones de enseñanza tradicional. El 73% de los estudiantes encuestados destaca la evaluación a través de parciales con preguntas presentes en los textos o tomadas de las clases docentes. El 60 % de los encuestados destaca la exposición de parciales orales en forma independiente de temas dados por el docente, al igual que un 60% adicional expresa la resolución de parciales a través de problemas dados en clase o resolución de casos. En los últimos tres porcentajes se destaca también la evaluación de tipo sumativa y la decisión por parte del docente sobre tema, problemas y textos dados en sus clases a los estudiantes. De los datos sobre la evaluación, se desprende un predominio de paradigma educativo de escuela tradicional cuya característica esencial en relación a la metodología de evaluación es el trabajo desde un sistema reproductivo, en el cual el docente ejerce la función predominante de mediar entre el conocimiento científico y los aprendizajes de sus estudiantes.

Según Alvarado (2017: 56), los objetivos de una planificación de clases, en este caso de aula universitaria, son elaborados en forma descriptiva y dirigidos hacia la tarea que realiza el profesor y no hacia las acciones que debiera potenciarse en el estudiante. De ahí que la evaluación esté dirigida al resultado, mediante ejercicios generalmente reproductivos. En el caso de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, de Ingeniería en Minas de la UNSL, estos ejercicios reproductivos en una metodología de enseñanza tradicional, consisten en, tomar datos de un ejercicio académico de libro dado en un trabajo práctico, cambiarle los datos y que el alumno replique este ejercicio conforme lo aprendió en la práctica de la asignatura.

Pregunta 5: ¿Cómo son las evaluaciones finales en la carrera de Ingeniería en minas?

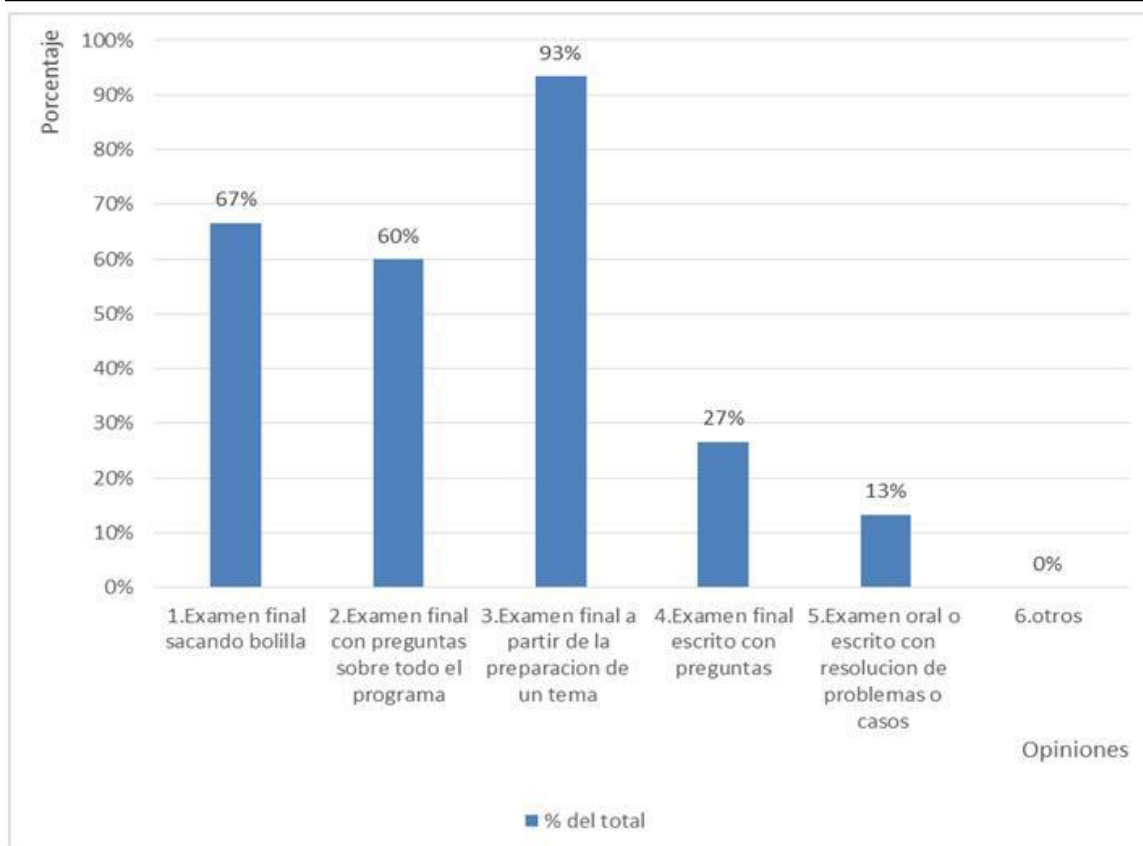


Gráfico 5

El gráfico 5 muestra que el 93% de los encuestados afirma que el estudiantado de la carrera de Ingeniería en Minas prepara su examen final a través de la exposición de un tema. A este contundente porcentaje, se le suman otras dos opciones que superan el 50% de las opiniones: el 67% de los encuestados dice que otra forma de examen final es a través de la metodología sacar bolilla (unidad de contenido, temas, etc.) para exponer; el 60% de los encuestados afirma que el examen oral o escrito se realiza con preguntas realizadas por el tribunal evaluador sobre los contenidos desarrollados en el programa. En porcentajes menores aparecen otras dos opciones que muestran la forma de implementar los exámenes finales de asignaturas: el 27% de los encuestados dice que también existe el examen final escrito con preguntas a responder, y el 13% también eligió como forma de evaluación que puede aparecer a lo largo de la carrera, el examen oral y escrito con resolución de problemas o casos.

En resumen, las opciones elegidas por los encuestados evidencian un sistema evaluativo de tipo tradicional con características sumativas. Según Alvarado (2017: 69), la evaluación propia de la metodología tradicional es determinar la presencia o ausencia de

los contenidos que se transmitieron, por lo que un examen se constituye en el traslado de lo que se comunicó en clases teóricas y prácticas, es decir, el examen final de una asignatura es la instancia en la cual el tribunal evaluador determina si el estudiante retuvo la información que transmitió el docente con anterioridad.

Pregunta 6: ¿Cómo son los trabajos prácticos en la carrera de Ingeniería en Minas?

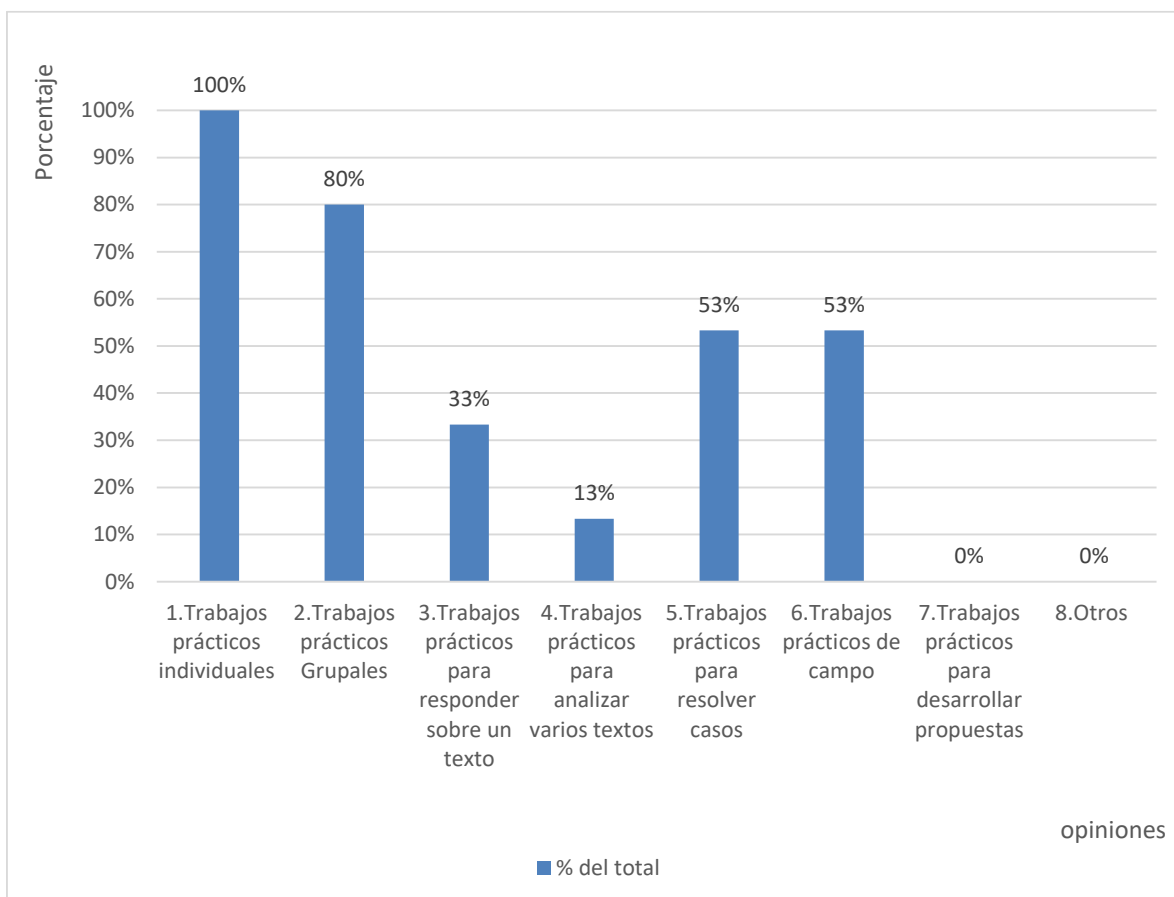


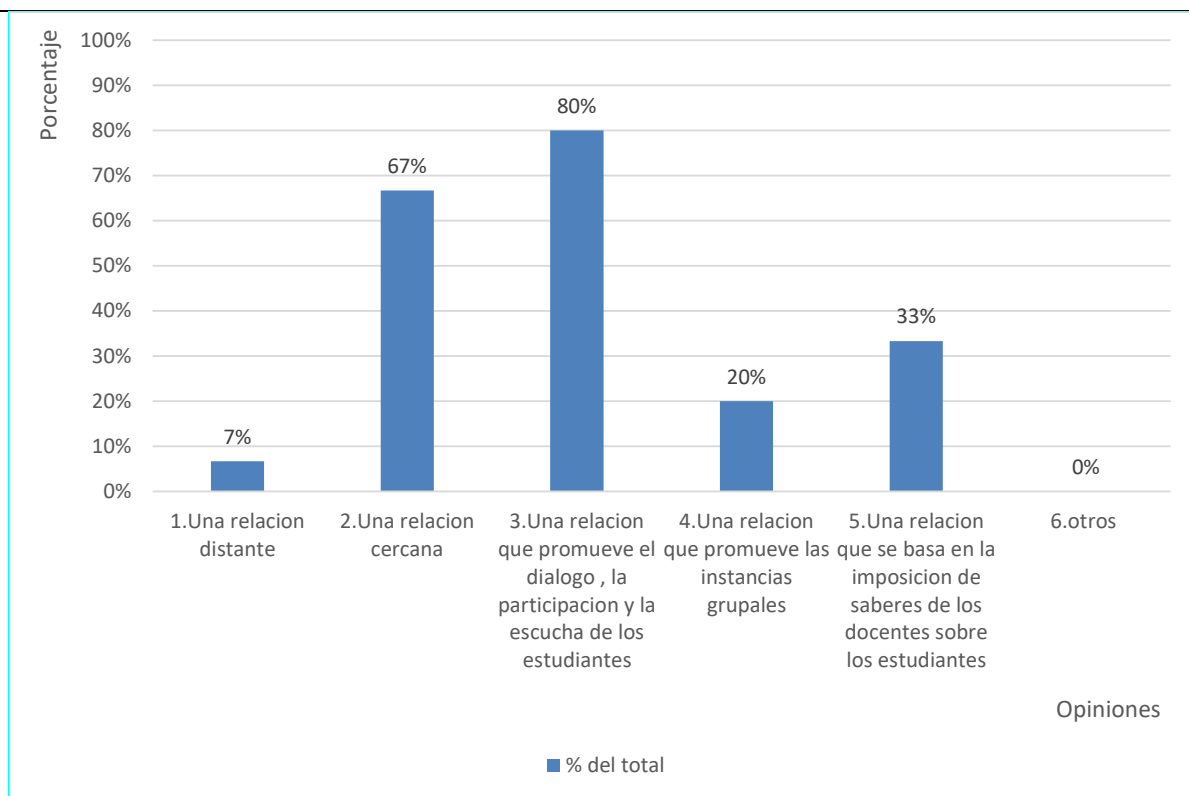
Gráfico 6

El gráfico 6 describe que un 100% de los encuestados manifiesta realizar trabajos prácticos individuales a lo largo de la carrera, marcando una tendencia típica dentro de las características de escuela de tipo tradicional. Sin embargo, y en un porcentaje alto (80%), indican también que realizan trabajos prácticos grupales, lo cual se condice con una característica de la carrera Ingeniería en Minas, en la cual se destaca la realización de los trabajos de campo en forma grupal. Esto está indicando que lo grupal se asocia al trabajo de campo, mientras que en las tareas áulicas predomina lo individual. En porcentajes importantes aparecen también estas opciones: el 53% de los encuestados resalta el trabajo de resolución de casos, por lo que se infiere que quienes no eligieron esta opción realizan trabajos prácticos en los cuales simplemente realizan ejercicios tipo dados por el docente; el 53% destaca la presencia de trabajos de campo (aclaración: estos trabajos se dan solamente en las materias específicas de la carrera Ingeniería en Minas, no así en las

materias de servicio que brindan otros departamentos); por último, el 13% de quienes respondieron el cuestionario, destacan que, como metodología de trabajos prácticos, se analizan textos en clases, lo cual está indicando que el 87% dice no analizar textos en clases.

La importancia de preguntar sobre la metodología de los trabajos prácticos reside en la promoción de acciones como la transferencia y aplicación de contenidos trabajados desde la teoría en situaciones prácticas que un Ingeniero en Minas tiene que resolver y asumir en su vida laboral. La respuesta de los encuestados muestra que en el cursado de la carrera hay una fuerte tendencia a la realización de trabajos prácticos de tipo individual, una característica que resalta en el modelo tecnocrático de educación. En este modelo, la supremacía la lleva la lógica y la ciencia, apoyada en la psicología conductista en la elaboración de objetivos de aprendizaje, que buscan el desarrollo de habilidades y capacidades establecidas de forma externa al quehacer docente.

**Pregunta 7: ¿Cómo es la relación que plantean los profesores con sus estudiantes?**



**Gráfico 7**

Del análisis del gráfico 7 se desprende que el 80% de los encuestados destaca una relación con sus docentes que promueve el diálogo, la participación y la escucha de los estudiantes, mientras que en un 67% los encuestados eligen como opción la cercanía con el docente. Luego, en un 33% destacan que se imponen los saberes por parte del docente

a los estudiantes, en un 20% resaltan la relación a partir de la instancia grupal (es decir, en un 80% marcan el individualismo y la falta de interacción cooperativa), y por último, en un 7% marcan una relación distante entre docentes y alumnos (es decir, en un 93% destacan una relación cercana).

El análisis realizado hasta el momento viene resaltando las características del modelo tradicional en el desarrollo de las clases de la carrera Ingeniería en Minas, de la UNSL. Esta última categoría que plantea la pregunta 7, sobre la relación entre profesores y estudiantes, evidencia un trato de cercanía, con diálogo y escucha sobre las problemáticas estudiantiles. Si bien las características de la escuela tradicional son el verticalismo y el autoritarismo, sin una mirada afectiva hacia el alumno, en el presente análisis se da lo contrario, debido a que los cursos en los últimos años de la carrera de Ingeniería en Minas no son numerosos (diez alumnos como máximo), lo que conlleva cercanía afectiva en la relación del docente con sus estudiantes.

**Pregunta 8: ¿Cómo se posicionan los estudiantes frente a las materias o las clases durante la carrera?**

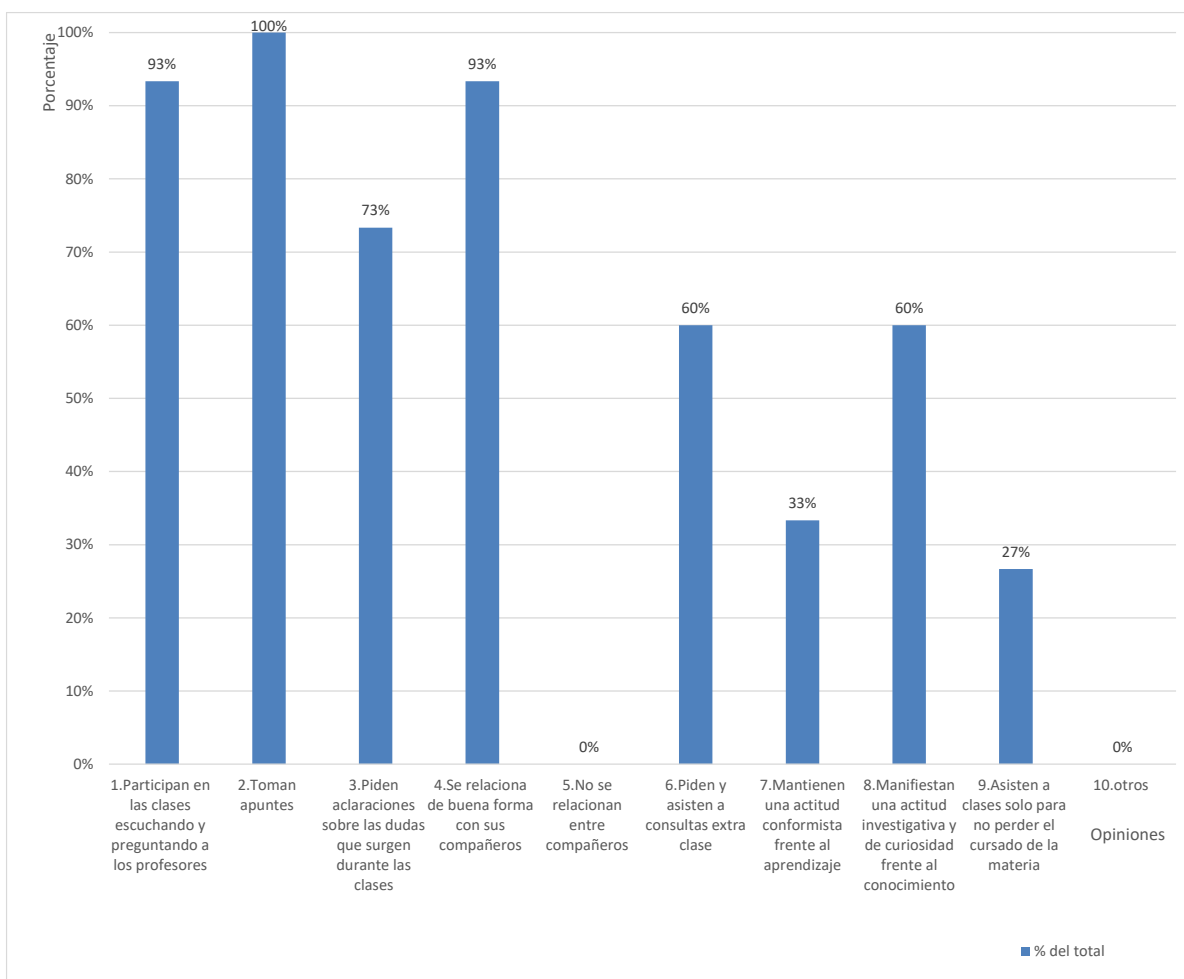


Gráfico 8

De lo que muestra el gráfico 8 se puede apreciar que el posicionamiento que toman los estudiantes durante el dictado de las clases de las distintas materias que conforman el plan de estudios indica a la actividad “toma de apuntes” como la preponderante (100% de los encuestados eligieron esta opción). Luego, y en un porcentaje muy elevado, el 93% dicen que participan en clases escuchando y preguntando a los profesores, lo cual se refuerza porque el 73% también eligió como opción que señala el pedido de aclaraciones sobre dudas surgidas durante las clases. En este punto es interesante analizar que en la pregunta 1, el 67% de estudiantes encuestados no consideraron el intercambio de ideas en clase con sus profesores como una práctica frecuente, por lo cual se puede interpretar que la participación en clase es más desde la escucha al profesor y las preguntas son, entonces, para solicitar explicaciones ante dudas sobre los temas que se tratan y no de un intercambio de discusión académica. Es importante señalar, por otro lado, que el 93% expresa que se relaciona con sus compañeros de buena forma, lo cual seguramente se debe al poco número de estudiantes por curso que se sustenta en una relación personalizada y de conocimiento del otro de modo más profundo que si el grupo-clase fuera muy numeroso.

También, en esta pregunta, resalta el 60% en la elección del ítem que indica que piden y asisten a consultas extra clase como así también manifiestan una actitud investigativa y de curiosidad frente al conocimiento, contra un 33% que indican mantener una actitud conformista frente al aprendizaje y un 27% que elige la opción de solo asistir a clases para no perder el cursado de la materia. Estas últimas opciones marcadas por los estudiantes están señalando la percepción que ellos tienen sobre su relación con el desarrollo de las materias y, particularmente, sobre el contenido. Según los porcentajes, indican tener mayoritariamente curiosidad y motivación para investigar, y minoritariamente una actitud conformista frente al conocimiento. Resultan llamativas estas respuestas, dado que, en las preguntas anteriores, al elegir opciones que indican la presencia del verbalismo docente en las clases, el individualismo en la realización de tareas, la participación en clases para pedir aclaraciones de tipo formal, entre otras, señalan un camino hacia la metodología tradicional en las clases, contra estas últimas respuestas que se inclinan ante estudiantes que manifiestan inquietud frente al saber y la formación. Hay aquí, más que una contradicción, una punta interesante para proponer otra forma de trabajo que potencia los deseos de los estudiantes frente al proceso formativo de un Ingeniero en Minas.

#### **4. a.2. Recopilación y análisis de documentos:**

Dentro de la recopilación de documentos se ha tomado como referencia el análisis de los planes de estudio de la Carrera desde sus inicios hasta el plan actual de la carrera

de Ingeniería en Minas. A continuación, se expresa una breve historia de estos planes de estudio:

En la universidad de San Luis existía la Carrera de Técnico Universitario en Minería de (3 años) de duración. El 22 de febrero de 1985 se transforma dicha carrera en Ingeniería en Minería de 6 años de duración, con un plan de 35 materias y un crédito horario total de 4847 horas. Este plan se modificó en el año 1989 bajo el plan 3/89 de 41 materias y luego en el año 1991 el plan 14/91 bajó a 40 materias para la misma cantidad de años del plan inicial de 1985. Las incumbencias del plan de inicio 1985, y que no cambiaron para los planes 1989 y 1991, son las siguientes y se observan en Figura N° 2

ARTICULO 3º.- Proponer al Ministerio de Educación y Justicia que el alcance e incumbencia profesional de la Ingeniería en Minería sean los establecida por Resolución N° 1560/80 del 1-9-80 del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, y que a continuación se detalla:

- A) Estudio, factibilidad, proyecto, dirección, inspección, construcción, operación y mantenimiento de:
- 1- Obras de exploración y explotación de yacimientos minerales de todo tipo.
  - 2- Plantas de beneficio de dichas materias.
  - 3- Movimientos de rocas por medio de explosivos y maquinarias en obras civiles.
- B) Estudios, tareas y asesoramientos relacionados con:
- 1- Mecánica de Rocas.
  - 2- Trabajos topográficos y Geodésicos que fuere necesario ejecutar para la correcta materialización de las obras a que se refiere el párrafo A).
  - 3- Trabajos Profesionales relacionados con la ubicación y ponderación de yacimientos.
  - 4- Mensuras mineras de yacimientos, concesiones de exploración y cateo y de explotación.
  - 5- Planeamiento del uso y administración de los recursos mineros.
  - 6- Asuntos de Ingeniería Legal, Economía y Financiera relacionada

*Orlando F. Alcala*  
ASISTENTE A. COLABORADOR  
NORMALIZADOR  
ORLANDO F. ALCALA  
SECRETARIO ACADÉMICO

Figura N° 2 (Incumbencias carrera ingeniería en minería planes 1/85-3/89-14/91)

En una entrevista informal realizada a ex alumnos de dichos planes de estudio y que hoy se encuentran trabajando como docentes en el Departamento de Minería, comentaron que tenían materias anuales de doble cuatrimestre y los docentes dictaban las materias en forma presencial basándose en un programa de la materia por bolillas (unidades de contenidos) y se valían de un pizarrón y tizas para desarrollar sus clases, las cuales eran netamente expositivas sin tener los estudiantes participación alguna en opiniones y muy poca interacción con el docente. Hablaron de docentes rígidos al enseñar los conceptos y evaluaciones parciales después de terminado un periodo de avance de la materia. Los docentes que venían de afuera les dejaban hasta el otro encuentro capítulos de libros para leer y estudiar, luego cuando venían se encontraban en el aula y comentaban los temas dados y las dudas existentes, para seguir posteriormente con capítulo nuevo. Los ex alumnos mencionaron que los docentes no tenían los recursos



tecnológicos que hoy existen para el desarrollo de las clases, y para la comunicación a distancia con sus estudiantes. Existían, como recurso tecnológico sobresaliente, las filmas con retroproyector, que no todos los docentes utilizaban. Las materias eran todas con final oral sacando bolilla con un bolillero.

Los ex alumnos entrevistados fueron 4, de diferentes edades y que cursaron con los planes de estudio mencionados. Uno de ellos realizó la carrera con el plan de 1985, el cual estaba recibido de Técnico Superior en Minas y luego hizo la extensión a Ingeniería en Minería. Dos de los entrevistados estudiaron con el plan 3/89 y uno con el plan 14/91. El perfil de este ingeniero según comentaron estaba ligado a un profesional más bien operativo y de campo.

Posteriormente, en el año 1998 y con un cambio de gestión en autoridades directivas, se implementó el plan 12/98 con 66 materias y un crédito horario total de 3930 horas, de cinco años totales de duración. Las materias pasaron a ser cuatrimestrales y algunas bimestrales. El plan fue implementado según las demandas actuales del momento del país, siendo un plan copiado como modelo de universidades de Europa; se pretendía que el ingeniero egresado tuviera un amplio conocimiento a nivel disciplinar con un perfil, no solo operativo y de campo, sino también de gestión y gerenciamiento. El perfil según artículo 6 de plan 12/98 fue el siguiente:

**ARTÍCULO 6º.-** Establecer el siguiente perfil del ingeniero en Minería:

El ingeniero en Minería, es un profesional con una sólida formación científico-tecnológica que comprende asignaturas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Disciplinas Profesionales. Estos contenidos le dan a su formación un carácter integral cuyas principales cualidades son:

- Independencia intelectual y espíritu crítico constructivo para la toma de decisiones en actividades relacionadas con la minería.
- Creatividad e ingenio para hacer operativo y eficiente el aprovechamiento de recursos minerales, preservando la calidad del medio ambiente.
- Capacidad de integrar grupos interdisciplinarios en la formación, preparación y operación de proyectos mineros o actividades afines.

Respecto a las incumbencias fueron las siguientes:

**ARTÍCULO 7º.-**Establecer los siguientes alcances e incumbencias del título de Ingeniero en Minería propuestos por las resoluciones 1131/95 y 1560/80 del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación:

- Estudio, factibilidad, proyecto, dirección, inspección, construcción, operación y mantenimiento de:

- Obras de exploración y explotación de yacimientos minerales de todo tipo.
- Plantas de beneficio de dichas materias.
- Movimientos de rocas por medio de explosivos y maquinarias en obras civiles.
- Estudios, tareas y asesoramientos relacionados con:
  - Mecánica de rocas.
  - Trabajos topográficos, geodésicos y de astronomía de posición que fueren necesarios ejecutar para la correcta ubicación y materialización de las obras.
  - Trabajos profesionales relacionados con la ubicación y ponderación de yacimientos.
  - Mensuras mineras de yacimientos, concesiones de exploración y cateo y de explotación.
  - Planeamiento del uso y administración de los recursos mineros.
  - Asuntos de Ingeniería Legal, Económica y Financiera relacionados con los incisos anteriores.
  - Arbitrajes, pericias y tasaciones relacionadas con los mismos.
  - Policía minera, higiene, seguridad industrial y contaminación ambiental relacionados con los incisos anteriores.

El plan citado, fue un plan netamente exigente con muchas materias por cuatrimestre y el ingeniero salía con una orientación que podía ser en metalurgia o explotación, la cual se elegía en cuarto año de la carrera.

En este momento hablaré en primera persona, como estudiante de la carrera: con este plan (12/98) me recibí yo. De mi experiencia puedo decir que la cursada era de lunes a viernes en la tarde, debido a que trabajaba; las materias eran transmitidas por los docentes en forma oral ayudados por soporte tecnológico a través de presentaciones en computadora. Los docentes que venían de afuera de la provincia para dictar materias específicas, daban el curso en forma intensiva, en una semana se trabajaba todo el crédito horario del programa. Los parciales evaluativos eran al finalizar un periodo de tiempo, con consignas a desarrollar. Había en la currícula un 15% de materias promocionales sacando un puntaje igual o más de 7 puntos. Teníamos muchos trabajos prácticos de aula y otros de campo en menor proporción; el resto de las materias era de carácter regular, a través de un examen final integrador sacando bolilla o bien exponiendo un tema y luego se preguntaba del resto de programa.

Luego de una acreditación de carrera por el Ministerio de Educación se exigió al Departamento de Minería tener un título de Ingeniero en Minas genérico, con ambos conocimientos de la rama de metalurgia y explotación, pero con un título profesional único. Así surge el plan 01/04 en el año 2004, con 59 materias y un crédito total de horas de 3825 horas; dentro del plan de estudio se aplicó un nuevo concepto en el cursado de materias

que eran electivas (2 por cada rama) donde el alumno tiene la posibilidad de elegir entre dos materias la de su preferencia y optativas (6 por cada rama), donde el alumno tiene impuestas las materias y debe cursarla según la rama que elija, relacionadas a los contenidos propios de la carrera entre la rama metalúrgica y la rama de explotación. Luego ese plan fue modificado tomando como válido el plan 007/08 y el 07/08 con 5 años de duración y 59 materias, en el cual únicamente se hicieron ajustes de cambio de materias electivas y optativas. Luego se modificó nuevamente al plan 07/13 con una duración de 5 años y 47 materias y posteriormente el mismo año surge el plan 18/13 con una duración de 5 años y 49 materias. Por último, haciendo ajustes a nivel académico de contenidos y modificaciones menores, queda el plan actual vigente desde el año 2015 (plan 6/15), de 5 años de duración y 49 materias asociadas y un crédito horario total de 3965 horas de cursada.

En todas las ordenanzas de los planes, desde el 01/04-CD hasta el 6/15-CD, y consultando a los alumnos que cursaron con estas ordenanzas, los docentes dictan las materias con ayuda de una presentación vía computadora o simplemente en forma verbal, siendo así la metodología expositiva por parte del docente, la manera predominante en el desarrollo de las clases en la carrera Ingeniería en Minas. Se toman los exámenes parciales al finalizar un periodo determinado y la mayoría de las materias se realizan con examen final, ya sea sacando bolilla o bien preparando un tema y luego se le toma sobre toda la materia. Hay muy pocas materias promocionales, en las cuales cada docente impone particulares formas de aprobación.

Por último, se destaca que el perfil de ingeniero en minas y las incumbencias desde el plan 12/98-CD al 6/15-CD no cambiaron, a pesar de las modificaciones que se fueron aplicando a nivel académico hasta pulir o llegar al plan vigente año 2023, que es el 6/15-CD. Se adjunta en la tabla el resumen lo expuesto anteriormente:

Cantidad	Plan	Años de duración	Título	Cantidad de materias	Horas de cursada
1	1/85	6	Ingeniero en minería	35	4847
2	3/89	6	Ingeniero en minería	41	-
3	14/91	6	Ingeniero en minería	40	-
4	12/98	5	Ingeniero en minería con orientación en metalurgia o explotación	66	3930
5	01/04	5	Ingeniero en minas	59	3825
6	007/08	5	Ingeniero en minas	59	-
7	07/08	5	Ingeniero en minas	50	-
8	7/13	5	Ingeniero en minas	47	-
9	18/13	5	Ingeniero en minas	49	-
10	6/15	5	Ingeniero en minas	49	3965

Tabla N° 2 (Resumen planes de Ingeniería)

Se destaca observando la tabla N°2 y la información analizada, que los planes iniciales o principales que sirvieron para futuros cambios o modificaciones más importantes fueron el 1/85-CD, el 12/98-CD y el 01/04-CD de los cuales se desprendieron el resto de los cambios en los planes siguientes hasta llegar al plan de estudio 6/15-CD vigente en la actualidad, año 2023.

En resumen, y haciendo un análisis de dicha información podemos decir que se cambiaron los planes y los contenidos académicos en la carrera, pero no cambió la forma de dictado de las **clases que es tradicional**, ni tampoco la forma de evaluar ya sea exámenes parciales o examen finales que son de tipos **sumativos**.

#### **4. b. EL APRENDIZAJE ACTIVO EN ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MINAS DE LA FCFMyN DE LA UNSL**

##### **4. b.1. El estudio realizado**

Esta investigación se basó en el estudio de un caso único. En particular, se trabajó con los alumnos de 5° año de la carrera Ingeniería en Minas de la FCFMyN de la UNSL, quienes cursaron la asignatura “Plantas de Tratamiento de Minerales”, correspondiente al Plan de Estudio 06/15-CD, durante el primer cuatrimestre de los años 2020, 2021 y 2022. En total las cohortes se conformaron de la siguiente manera: 2 estudiantes año 2020, 5 estudiantes año 2021 (materias de ambas cohortes dictadas virtualmente debido al aislamiento social preventivo obligatorio producto de la pandemia ocasionada por el Covid-19) y 12 estudiantes año 2022 dictada presencialmente. Inicialmente, para la cohorte 2020 estaban propuestas actividades presenciales con los estudiantes, las cuales debieron ser adaptadas o modificadas ante la situación pandémica. El Consejo Superior de la UNSL (Res CS-39/20) y el Consejo Directivo de la FCFMyN (Res CD-018/20), buscaron garantizar la continuidad de la enseñanza de grado haciendo uso de plataformas virtuales y otras tecnologías que facilitaron el intercambio entre los docentes y estudiantes. En consecuencia, las clases para cohortes 2020 y 2021 se desarrollaron de manera virtual en su totalidad, haciendo uso de la plataforma Google Drive donde se cargaron la totalidad de los contenidos teóricos y prácticos de la materia. También se utilizaron otros recursos tecnológicos para facilitar la comunicación entre estudiantes y docentes, tales como correos electrónicos y grupos de Whatshapp, por medio de mensajes de texto y de voz, proporcionando ayuda y guía para la confección de cada trabajo práctico y de aspectos teóricos. Las clases para cohorte 2020 y 2021 fueron virtuales a través de plataforma Meet, en la cohorte 2022 se cursaron las materias de forma presencial.

En estas tres cohortes, en la materia Planta de Tratamiento de Minerales,

específicamente en el desarrollo de los trabajos prácticos, se aplicaron herramientas pedagógico-didácticas propias del modelo ACE. Las herramientas que se utilizaron, y que se constituyen en la fuente de recolección de información para esta investigación, fueron:

- Trabajos prácticos producidos por los estudiantes, en forma escrita en base a actividades propuestas por el docente. Los estudiantes mandaban vía correo electrónico los trabajos prácticos que incluían ejercicios hechos en clases y adicionales en forma periódica, según lo pautado en el programa de la materia. Estos trabajos fueron corregidos por el Jefe de Trabajos Prácticos de la asignatura, con devolución y los detalles que pudieran quedar de la comunicación no entendidos. En total se contabilizan para esta investigación 11 trabajos prácticos, con un total de 45 consignas. Los estudiantes enviaron en formato texto los 11 trabajos prácticos vía electrónica, al finalizar la cursada o durante ella el docente los recibió y corrigió para 19 alumnos tomados en esta investigación. Las aprobaciones de los trabajos prácticos fueron una de las condiciones necesarias para obtener la regularidad de la materia; luego estos trabajos prácticos debieron presentarse en forma física al rendir el examen final, impresos, encuadernados y corregidos en base a devoluciones del docente si las hubo.
- Cuestionarios de la parte teórica de la asignatura, los cuales se aplicaron en las cohortes 2020 y 2021. En la cohorte 2022 el profesor responsable de teoría dejó de aplicar este instrumento porque evaluó directamente en el examen final de la materia. Los cuestionarios enviados a los estudiantes para su completamiento tuvieron la finalidad de dejar asentado el aprendizaje; contenían preguntas claves, necesarias para fijar conceptos y ayudar a la aplicación práctica.

Para que los estudiantes hicieran sus apreciaciones en relación al contenido ya la forma de plantearlos didácticamente, en esta investigación se aplicaron encuestas y se realizaron entrevistas. Las encuestas fueron de cuatro tipos:

1. Encuesta inicial del curso (anexo 9), en la cual los estudiantes manifestaron qué deseaban o pretendían aprender en la materia (se adjunta encuesta completa para un año tomado al azar en anexo 9A). Esta encuesta se aplicó a las cohortes 2020, 2021 y 2022.
2. Encuesta intermedia del curso (anexo 10), diseñada para obtener información sobre las metodologías de aprendizaje activo aplicadas hasta ese momento. Esto permitió observar cuáles eran las más potentes y también redireccionar el trabajo didáctico si alguna de las actividades no resultaba lo suficientemente significativa para el aprendizaje buscado. Esta encuesta se aplicó en cohortes 2020-2021 (virtual) y 2022 (presencial). (Se adjunta encuesta tomada al azar completa en anexo 10A).

3. Encuesta final del curso (anexo 11), que permitió observar el aprendizaje alcanzado por los estudiantes en el cursado de la materia (se adjunta en anexo 11A una encuesta tomada al azar completa). Esta encuesta final fue aplicada a cohortes 2020, 2021 y 2022.
4. Encuesta final de actividades ACE (anexo 12), con la finalidad de saber cómo docente cuáles fueron las actividades que a los estudiantes les resultaron más significativas, aquellas actividades que resultaron más interesantes y relevantes en la formación académica. La encuesta final de actividades fue aplicada solamente en cohorte 2020 (virtual) y 2022 (presencial), ya que en el año 2021 (virtual) no se pudo realizar porque los alumnos trabajaban y hubo muchos problemas de conectividad. (En anexo 12A se adjunta encuesta completa tomada al azar).
5. Las entrevistas tuvieron la finalidad de indagar el nivel de satisfacción en la realización de actividades ACE en los estudiantes de las cohortes 2020 (virtual) y 2022 (presencial), en cohorte 2021 no se aplicó por los motivos ya descriptos anteriormente. Para cohorte 2020 el grupo fue de 2 estudiantes y las entrevistas fueron realizadas por plataforma meet, grabadas con autorización de los participantes. En el caso de la cohorte 2022 el grupo participante de la entrevista fue de 6 estudiantes de 12 en total; también fue grabada con autorización de los participantes. Las entrevistas se realizaron en base a un cuestionario de 6 preguntas (anexo 13); las entrevistas posteriormente fueron transcritas a formato texto (cohorte 2020 en anexo 13A y 2022 en anexo 13B).

Se pautaron días y horarios para reuniones virtuales (en la época del aislamiento social obligatorio) y presenciales (cuando ya estuvo permitida esta situación) entre docentes y alumnos. Estos espacios se destinaron a consultas de teoría y para consultas en relación a los trabajos prácticos.

#### **4.b.2 ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS: EL ABORDAJE DE LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA Y SU EVALUACIÓN A TRAVÉS DE ACTIVIDADES ACE.**

- **4. b.2.a. Expectativas iniciales de los estudiantes**

Para conocer las ideas iniciales de los estudiantes al inicio del cuatrimestre se aplicó una encuesta inicial con preguntas referidas a sus motivos, intereses y expectativas en relación de la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales. La encuesta constó de cuatro preguntas: ¿Por qué toma este curso? ¿Qué espera aprender en el curso? ¿Cómo cree que el curso ayudará en su perfil profesional? y ¿De qué cree que dependerá el resultado que obtenga en el curso?

Los gráficos que se presentan en el análisis muestran porcentajes que no dan el 100%, porque se construyeron categoría en relación a totalizaciones de alumnos diferentes

en cada año: cohorte 2020 (2 estudiantes), cohorte 2021 (5 estudiantes) y cohorte 2022 (12 estudiantes); las respuestas fueron abiertas por eso la diferencias en las contestaciones de las categorías obtenidas.

Las preguntas conllevaron la finalidad de conocer cómo se posicionan los estudiantes ante el aprendizaje de los contenidos y las acciones que eso involucra, cómo visualizan en el cursado de la materia la implicancia profesional futura y cómo se enfrentan a los aspectos evaluativos de la asignatura. Desde estas premisas iniciales, las respuestas de los estudiantes muestran estas opiniones.

En relación a las razones por las cuales toman el curso y a lo que esperan aprender en el mismo, es evidente y propio de lo que pauta el plan de estudios de la carrera, la exigencia curricular como motivo. A esto se suma el deseo de ampliar conocimientos y alcanzar aprendizajes significativos, algunos relacionados al perfil profesional de la carrera. El contenido a aprender que los motiva a estar en este curso es el dimensionamiento de una planta de tratamiento de minerales. Gráficos preguntas 1 y 2:

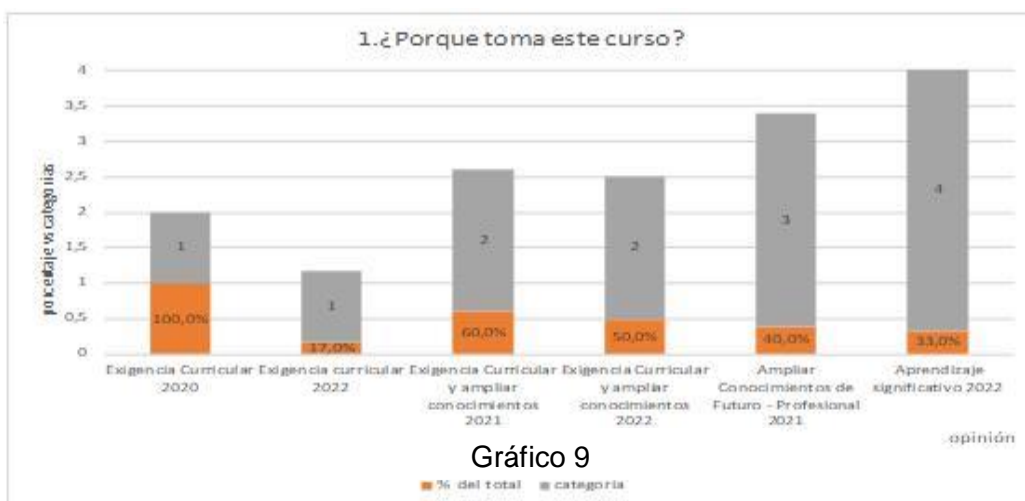


Gráfico 9

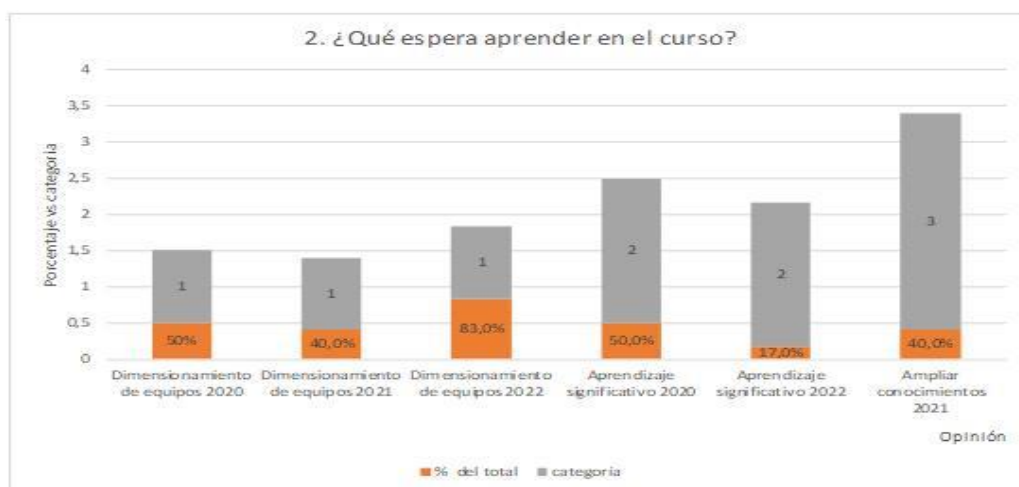


Gráfico 10

En relación a la contribución de la materia para alcanzar el perfil profesional que el plan de estudios establece, los estudiantes dijeron que esperan aprender el funcionamiento de una planta de tratamiento de minerales, contenidos propios de una rama de la carrera. Agregan, de un modo significativo, que buscan aprender conocimientos sólidos y que colaboren en la formación del futuro ingeniero en minas. Gráfico pregunta 3.

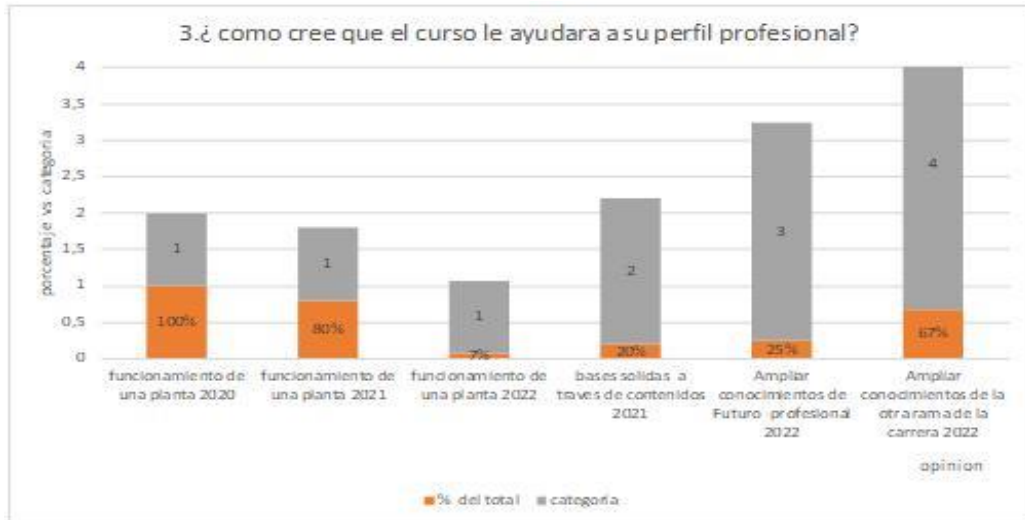


Gráfico 11

En relación al resultado que se espera obtener en esta materia y de qué dependerá eso, los estudiantes dijeron mayoritariamente que los logros están en estrecha relación al propio esfuerzo. Señalaron también que es importante la finalización de la pandemia, los trabajos prácticos que se propongan en la asignatura y la disposición de los docentes. Gráfico pregunta 4:

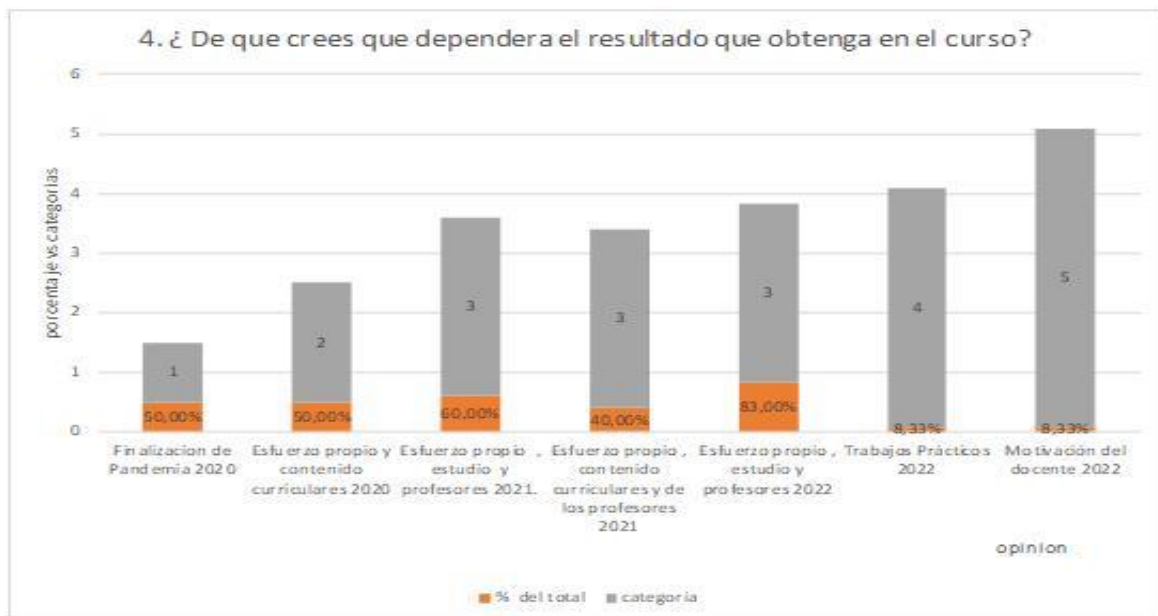


Gráfico 12



Resulta muy interesante destacar del análisis de estos gráficos, que los estudiantes de la cohorte 2022 manifiestan que el esfuerzo propio en el estudio y la disposición de los profesores, son fundamentales para alcanzar los mejores resultados en el cursado de la asignatura. Tal como se expresará anteriormente en esta investigación, y desde la perspectiva fenomenológica en el abordaje de una experiencia pedagógico-didáctica, los estudiantes pueden otorgar significatividad a los contenidos y procesos de la práctica educativa, si están presentados y trabajados desde determinados ambientes educativos. Así entonces, el clima de clase, con buenas relaciones humanas, influye favorablemente en los procesos que se desarrollan en el aula, específicamente en el aprendizaje de los estudiantes. La forma en que los docentes propongan las relaciones con sus estudiantes, y la forma en que los estudiantes manifiesten su participación en las clases, serán variables necesarias para alcanzar las expectativas que se plantean inicialmente al tomar un curso.

Los estilos interactivos en aula universitaria requieren de altos grados de horizontalidad entre docentes y estudiantes, y aún más en las carreras de Ingeniería si se desea fomentar el esfuerzo propio en el estudio y la toma de posición frente a futuras problemáticas profesionales. Tal como manifestaron los estudiantes al aplicar en esta investigación la encuesta 1, resalta en la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL una metodología tradicional de enseñanza, caracterizada por docentes que desarrollan sus prácticas de un modo verbalista, con estudiantes más pasivos que activos. Por esto, es altamente valorable y resulta en una oportunidad sustancial para la aplicación de otros modos de enseñar y aprender, que los estudiantes valoren el esfuerzo propio en el cursado de la asignatura, y que demanden una actitud docente que vaya en el sentido de promover aprendizajes significativos ligados a lo que requiere el perfil profesional de un Ingeniero en Minas. De este modo, la aplicación de actividades propias del modelo ACE tiene una potencialidad importantísima, porque tal como se menciona en el apartado teórico de esta investigación, el aprendizaje se produce cuando se genera un cambio formativo en el alumno (Schunk citado en Moreta, 2011: 1). Así, estudiantes que ingresan al cuarto año de la carrera en Ingeniería en Minas de la UNSL, destacan la importancia del esfuerzo propio en el aprendizaje de los contenidos de una asignatura, colocándose ellos en el centro de la situación educativa, responsables de su propio proceso de aprendizaje, lo cual favorece significativamente el desarrollo de propuestas pedagógico-didácticas que fortalezcan la autonomía en el estudio, y como una característica necesaria en el futuro Ingeniero.

Los siguientes gráfico y tabla muestran en porcentajes, una sistematización de las respuestas de los estudiantes a la encuesta inicial, en las tres cohortes aplicadas.

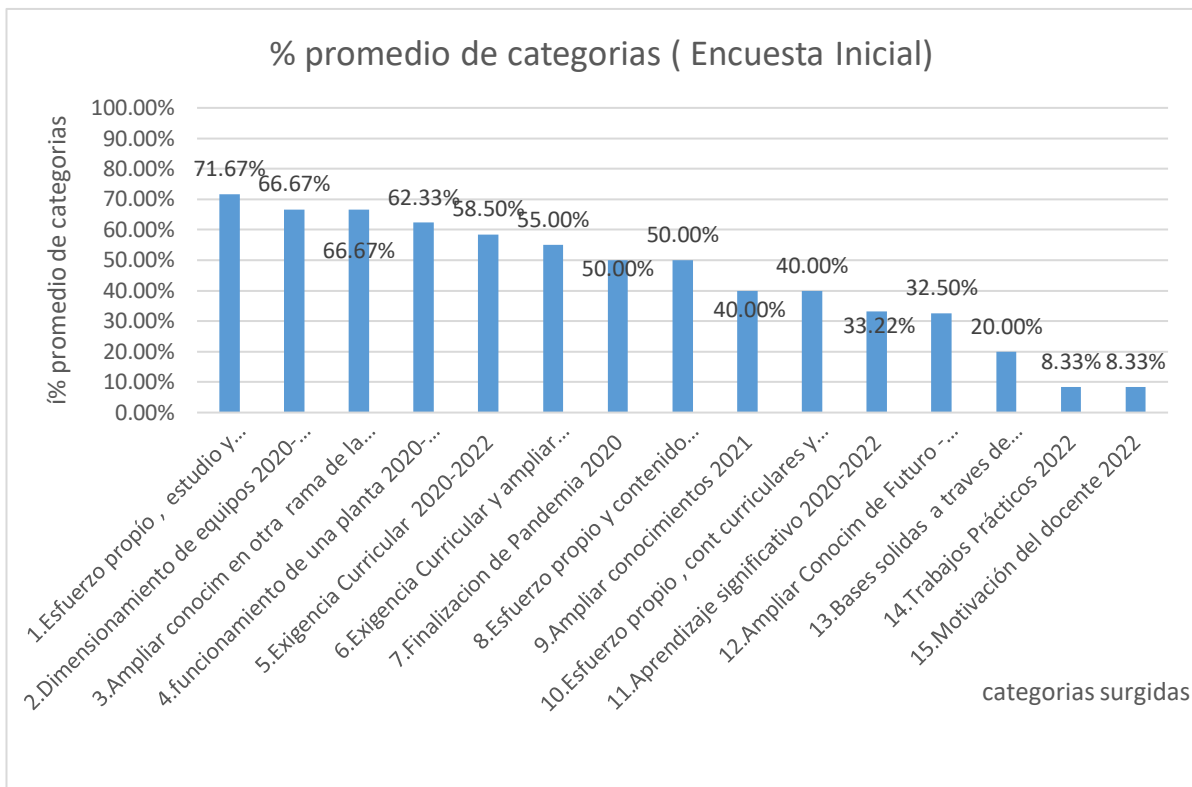


Gráfico 13

orden de categoría	categorías encuesta inicial	% promedio encuesta inicial
1	1.Esfuerzo propio , estudio y profesores 2022	71,67%
2	2.Dimensionamiento de equipos 2020-2022	66,67%
3	3.Ampliar conocim en otra rama de la carrera 2022	66,67%
4	4.funcionamiento de una planta 2020-2021-2022	62,33%
5	5.Exigencia Curricular 2020-2022	58,50%
6	6.Exigencia Curricular y ampliar conocimientos 2021-2022	55,00%
7	7.Finalizacion de Pandemia 2020	50,00%
8	8.Esfuerzo propio y contenido curriculares 2020	50,00%
9	9.Ampliar conocimientos 2021	40,00%
10	10.Esfuerzo propio , cont curriculares y profesores 2021	40,00%
11	11.Aprendizaje significativo 2020-2022	33,22%
12	12.Ampliar Conocim de Futuro - Profesional 2021-2022	32,50%
13	13.Bases solidas a traves de contenidos 2021	20,00%
14	14.Trabajos Prácticos 2022	8,33%
15	15.Motivación del docente 2022	8,33%

Tabla N° 3: Tabla de análisis encuesta inicial resumen

En la tabla N° 3 se representan las categorías surgidas en base a la opinión de cada encuestado, las mismas se agruparon, se colocaron en porcentajes según las cohortes que intervinieron y se ordenaron de mayor a menor para observar la preponderancia de cada una. Se puede apreciar que surgieron 15 categorías en total de las cuales la más representativa es la categoría 1 con 71,67% de presencia.

En segundo lugar, aparecen las categorías 2 y 3 con un 66,67%. Estas categorías hacen referencia al contenido a aprender en la materia Planta de Tratamiento de Minerales, algo que también resulta importante al momento de pensar actividades ACE.

Las actividades de este modelo proponen situaciones de reflexión-acción-reflexión en relación al contenido planteado, por lo cual se puede decir que el objetivo es propiciar la construcción de conocimiento, el análisis de la realidad, el compromiso en la elaboración de las acciones necesarias que requiere llevar adelante un futuro profesional. Darle la relevancia necesaria al conocimiento puesto en juego en la asignatura, es otra variable determinante y favorecedora de actividades ACE, y contar con estudiantes que vean la importancia del contenido es, junto al reconocimiento de la necesidad del esfuerzo propio para alcanzar la construcción de conocimientos, una combinación altamente potenciadora de las propuestas propias del modelo constructivista que esta investigación busca resaltar.

- **4. b.2.b. Actividades ACE**

Las actividades de aprendizaje activo (ACE) que se implementaron en esta investigación, con la finalidad de innovar en las prácticas áulicas de la asignatura Plantas de Tratamiento de Minerales, fueron:

- A) ABP (aprendizaje basado en problemas).
- B) EBP (enseñanza basada en preguntas).
- C) EC (estudio de caso).
- D) P-D-C (pensar – dialogar- compartir).
- E) D (debate).
- F) C (coevaluación).

**A) ABP (*aprendizaje basado en problemas*)**

Conceptualización:

Es un método de enseñanza-aprendizaje cuya metodología implica el armado previo por parte del profesor de un problema, en el cual se espera que el estudiante alcance determinadas competencias sobre un tema en particular. Por lo tanto, es una estrategia que ayuda al logro de los aprendizajes en los estudiantes a través de abordar situaciones reales de una disciplina. Se basa en que el estudiante aprende de una forma más efectiva cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar, o bien investigar o indagar sobre la naturaleza de los fenómenos.

Implementación:

Como actividad ABP para esta investigación se confeccionaron problemas para cada unidad de la materia, a partir de un libro guía ( Arthur Pintos Chávez Tomo 1 -2), en formato de texto y algunos problemas relacionados con la vida profesional, en los cuales los estudiantes debieron calcular y dimensionar equipos de procesamiento de mineral tales como tolvas, trituradoras, molinos, clasificadores, espesadores, celdas de flotación, filtros

etc., según lo dado en las clases teóricas, conocimientos previos e inferencias o conjeturas surgidas en las consultas. Esta actividad ya estaba descrita en años anteriores bajo el nombre de problemas de aplicación práctica, a los cuales, en 2020, 2021 y 2022 se agregaron problemas relacionados con la vida profesional, que dan al estudiante datos reales de plantas en funcionamiento que ellos conocen o ven en sus prácticas obligatorias de carrera. Los estudiantes tenían en el drive de la asignatura cargados los problemas en formato texto y los respectivos ábacos por clase. Los ábacos constan de gráficos de los cuales se extraen parámetros o datos en base a variables, por interpolación necesarios para el dimensionamiento de los equipos.

En estos tres años se propusieron varios trabajos prácticos (se adjunta en anexo 2 modelo TP, tomado al azar con los problemas planteados por el docente y luego en anexo 2A respuesta alumno 2020). Esta estrategia didáctica ya estaba en la materia, con problemas desde los cuales el docente evalúa sumativamente mediante problemas tipo con cambios de datos en lo que llamamos comúnmente examen parcial.

#### Análisis:

En relación a la participación de los estudiantes y el involucramiento que tuvieron en la actividad es posible decir que participaron activamente en las situaciones prácticas propuestas, con la guía del docente, intercambiando y transfiriendo conocimientos de lo expuesto en teoría y aplicado en la práctica. Los estudiantes pudieron complementar y aumentar sus conocimientos con manejo de tablas, ábacos, gráficos necesarios para dimensionar equipos y darles un modelo desde un catálogo real.

Tal como se planteó teóricamente en esta investigación, es necesario resaltar que existe una mediación básica del lenguaje, y el éxito del aprendizaje depende de algún modo de la participación activa e interpretativa de los alumnos, y de la claridad de los mensajes emitidos por los docentes. Para que los estudiantes resolvieran los problemas planteados que les posibilitaron visualizar situaciones que a futuro en su vida profesional transitarán como ingenieros, son necesarias la claridad en el mensaje y la interpretación comprensiva. Los problemas conllevan datos que deben ajustarse a la solución de la situación planteada, para garantizar su resolución sin errores que pueden afectar seriamente el funcionamiento de una planta en la cual se está interviniendo.

La utilización de la actividad ABP como herramienta pedagógico-didáctica, resultó en una “experiencia educativa”: hubo promoción de aprendizajes, ya que, al contener aspectos relevantes de la vida profesional de un ingeniero, resultó en situaciones significativas, potenciando la posibilidad de transferencias. Así entonces, al carácter de evaluación sumativa de esta actividad que propone aprender a través de la resolución de problemas cambiando los datos en juego, se le agregó el carácter formativo al plantear

esos mismos problemas desde una situación concreta del quehacer profesional de un Ingeniero en Minas.

### ***B) EBP (Enseñanza basada en preguntas)***

#### Conceptualización:

Tiene como función ayudar a los estudiantes a entender y estimular que piensen de una manera distinta, además de ayudarle a los docentes a corroborar que sus estudiantes aprenden. Para lograr este objetivo es necesario seguir una serie de sugerencias por medio de las cuales se promoverán ciertos procesos sistemáticos y ciertos dialógicos entre docentes y estudiantes, transformándolos luego de aplicados en elementos claves para potenciar una clase.

#### Implementación:

La materia Planta de Tratamiento de Minerales tradicionalmente se dictaba de forma práctica con clases teóricas presenciales. Se observaba en los estudiantes el poco interés de prestar atención al docente y sus explicaciones durante la clase. En 2020 y 2021 (con clases virtuales) se implementó el cuestionario escrito con preguntas claves necesarias para entender la práctica, que el estudiante debió responder en un tiempo estipulado vía correo electrónico en formato texto. El docente luego de corregir los cuestionarios le daba la devolución correspondiente vía correo electrónico también, aclarando aquellas preguntas que estaban incompletas o mal contestadas. En 2022 el profesor decidió dictar las teorías, pero no evaluarlas hasta el examen final integrador por cuestiones de tiempos académicos de otras materias que dictaba. En total fueron doce cuestionarios de preguntas para toda la materia, (se adjunta en anexo 3 modelo cuestionario, se muestra un cuestionario tomado al azar con las preguntas planteadas por el docente tomando al azar en anexo 3A respuesta alumno 2021). Una vez dada la teoría de una unidad el docente de teoría emitía una serie de preguntas claves en formato texto que debían contestar los estudiantes en forma independiente. De este modo, el docente observaba si quedaban claros los conceptos dados en clases virtuales. El trabajo con preguntas sirvió como evaluación sumativa y formativa de estos conceptos colocándose una nota conceptual.

#### Análisis:

En relación a la participación de los estudiantes en las respuestas a los cuestionarios es posible decir que fue activa, ya que contestaron las preguntas en el tiempo estipulado, se involucraron con los contenidos comparándolos respecto a otros años donde no se aplicada esta actividad. Respecto a los contenidos, la actividad de preguntas es un método interesante para mejorar el comportamiento crítico y creativo de

los estudiantes (Sanchez, Moreira, Caballero, 2009), como también la adquisición de capacidades cognitivas de: exploración, descubrimiento y planificación de sus propias actividades que lo llevan a aprender a aprender. Desde esta perspectiva pedagógico-didáctica, se resalta que una de las formas de obtener información acerca del aprendizaje de los estudiantes, es haciendo preguntas, en este caso referidas a inferir, relacionar, combinar, interpretar, opinar, plantear hipótesis, transformar, generalizar, construir. Las preguntas de este tipo favorecen la interacción entre ideas anteriores y los nuevos conocimientos, condición necesaria para el aprendizaje significativo. Respecto a la evaluación se considera sumativa, cuando estas preguntas se aplican al término de una actividad o de un conjunto de actividades, con el fin de saber hasta qué punto y en qué grado los alumnos han realizado o no los aprendizajes que se pretendían. Se constituyen en evaluación formativa, cuando se aplican a lo largo del curso permitiendo a los estudiantes tener registro de sus progresos, reforzar los aspectos logrados e ir modificando aquellos que necesitan corrección, profundización y ampliación.

### **C) EC (Estudio de caso)**

#### Conceptualización:

El método de caso o también llamado análisis o estudio de casos, es una técnica que atiende a las necesidades de los estudiantes en formación al enfrentar a una situación real en la que deberán tomar decisiones, valorar situaciones o emitir juicios. Esta técnica actualmente es muy usada porque promueve el aprendizaje activo, lo que involucra: comprender, analizar situaciones y tomar decisiones. El trabajo con estudios de caso fomenta la independencia al estudiante al definir su propio caso, favorece el trabajo colaborativo cuando se pide la actividad en forma grupal con división de tareas entre compañeros, aporta a la investigación sobre un tema, contribuye en la toma de decisiones, colabora en el ejercicio de exposición global del proyecto definido, entre otros beneficios de esta actividad. En síntesis, aplicar como estrategia el estudio de caso favorece la situación de sacar al estudiante de la pasividad a que lo somete un modelo pedagógico-didáctico tradicional y hacer que asuma su propio proceso de aprendizaje, al interior del trayecto formativo que asume como futuro profesional.

#### Implementación:

En la situación de virtualidad en la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales se presentaron casos de la vida real, con datos de plantas reales y actualmente trabajando. Los estudiantes tuvieron que diseñar la maquinaria existente, relacionar preguntas teóricas con el problema y tomar decisiones tales como: “Razone y aplique los conocimientos adquiridos en lo que va de cursado en el tema del EC”, “Dimensionar los equipos conforme rutinas de cálculo”, por último, “Toma de decisiones como: ¿qué haría si se le pidiera un

aumento de capacidad de su planta de procesamiento?”. El caso se entregó en formato texto, se les dio a los estudiantes un tiempo prudencial para resolverlo y, con la entrega, se debían adjuntar todos los ábacos y cálculos relacionados a dichos equipos en la toma de decisión. Una vez que cada estudiante envió su respuesta se realizó un debate (vía correo electrónico en época de pandemia) en el cual se unificaron criterios para arribar a la mejor situación para resolver el caso planteado (en anexo 4 se adjuntan un EC con enunciado modelo para cohorte 2020 virtual, mientras que en anexo 4A se muestra dicho EC en forma desarrollada por un estudiante).

Para cohorte 2021 virtual se dividió el curso en dos y se plantearon estudios de caso particulares por grupo, cada grupo expuso por reunión Meet y defendió su trabajo. Por último, para la actividad EC de cohorte 2022 presencial se dividió el curso en dos grupos elegidos por ellos mismos, los estudiantes luego de terminado el trabajo lo expusieron con ayuda de una presentación digital y se realizó una devolución del docente a cada grupo para generar un proceso de unificación de criterios. Cada grupo observó la exposición del otro grupo (se adjuntan: en anexo 4B el modelo de EC presencial que propuso el docente y que sirvió como parcial para los dos grupos de alumnos en que se dividió el curso, y en anexo 4C un estudio de caso desarrollado para grupo 1). A los grupos se les dio una semana para trabajar sobre el caso, con consultas sobre dudas que surgieran para luego realizar una exposición de 45 minutos por grupo (en anexo 5 se adjuntan fotografías de participación de ambos grupos en la exposición, mientras que en anexo 5A se adjunta devolución de docente para ambos grupos).

En relación a la interacción del docente con estudiantes en época de cursado virtual se aplicaron herramientas informáticas, y en modo virtual y presencial se utilizaron documentos compartidos y plataformas de trabajo colaborativo.

#### Análisis:

Fue posible evaluar la participación y el desempeño de los estudiantes en estas actividades de manera continua y a lo largo del curso con diferentes EC, repartidos a lo largo de la totalidad del contenido desarrollado en la asignatura. La utilización de EC mostró, tal como dice Bretones Roman (1996), que al tener los estudiantes una motivación particular los resultados del aprendizaje fueron positivos. Los alumnos comprendieron que tenían libertad y oportunidad de elegir, lo cual influyó en sus rendimientos académicos, en sus sentimientos acerca del proceso de aprendizaje y, especialmente, la autovaloración de los resultados alcanzados.

Respecto al contenido los estudiantes confeccionaron un informe técnico con una presentación oral e informes escritos, que le sirvió al docente para evaluar el trabajo realizado grupalmente y/o en forma individual. De este modo, con estas tareas, hubo

indicadores sobre el aprendizaje que realizaron los estudiantes sobre los contenidos, tal como lo expresa Delamont (1984).

La aplicación de la actividad EC favoreció la implementación de evaluación por pares. Según Hernández (2020) la co-evaluación o evaluación entre pares tiene numerosos beneficios para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite que los estudiantes se involucren de manera activa en clase, siendo una forma también de aprender a evaluar para el desenvolvimiento como futuro profesional. Este trabajo en todas las cohortes sirvió como examen formativo de los temas involucrados, porque se trabajó en grupo, hubo investigación por parte de los estudiantes, se repartieron tarea, tomaron decisiones, expusieron y debatieron entre grupos, además ellos armaron el grupo seleccionándose y optaron ellos por el tipo de caso. El ACE tiene como finalidad, incorporar de a poco y en beneficio de los estudiantes la evaluación como aprendizaje, en las cuales ellos son sus propios evaluadores, tales como la autoevaluación o evaluación de pares.

#### ***D) P-D-C (Pensar – dialogar- compartir)***

##### Conceptualización:

La actividad ACE P-D-C se implementa de la siguiente manera: en un principio durante el primer momento, por un par de minutos los estudiantes individualmente y en silencio piensan una pregunta planteada por el profesor. Posteriormente en otro par de minutos los estudiantes intercambian y discuten sus respuestas con otro estudiante (relación entre pares). Por último, cada estudiante puede compartir su respuesta, o la conclusión a la que llegó con su compañero. Toda la actividad no tarda más de cinco minutos, pero genera un clima de alta participación e involucramiento en los temas en estudio.

##### Implementación:

Durante el cursado de la materia Planta de Tratamiento de Minerales en modalidad virtual, para trabajar el tema práctico que se resolvería en una clase, les fue enviada a los estudiantes vía correo electrónico una pregunta que implicaba respuestas contradictorias. Se intercambiaron las respuestas de cada estudiante, para posteriormente realizar un debate en el cual se rescató lo que estaba bien para realizar una integración final. En cohorte 2022, esta actividad se aplicó de modo presencial dividiendo el curso en dos grupos: los estudiantes debían plantear tres preguntas de un tema ya dictado, luego debían intercambiar las preguntas con el otro grupo para que las respondieran mutuamente, según su criterio y conocimientos adquiridos; una vez contestadas las preguntas cada grupo leyó sus respuestas y se realizó un debate para llegar a un ajuste de



la respuesta adecuada. Por último, el docente realizó una conclusión final en forma oral (en anexo 6 se adjunta un trabajo modelo aplicado de P-D-C en cohorte 2022 presencial, mientras que en anexo 6 A se adjunta el trabajo desarrollado por ambos grupos).

#### Análisis:

La actividad P-D-C, en relación a la participación estudiantil, evidenció la interacción en los grupos que demostraron una actitud activa en relación a las clases tradicionales tan comunes en la carrera Ingeniería en Minas. La participación dentro del aula, en la esfera de los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de la educación institucionalizada, contiene aspectos relevantes en función a la actitud de los alumnos, los procesos de la clase, el clima de clase, las interacciones entre profesores y estudiantes, la organización del aula. Este último aspecto, en una actividad como P-D-C sale del ordenamiento de bancos alineados al frente del pizarrón, para armar ruedas de debate con otro ordenamiento espacial. Esta situación espacial en la carrera de Ingeniería en Minas es también algo novedoso, y que obliga a los estudiantes a tener otra disposición personal en relación al espacio, a sus compañeros y al profesor. La actividad fue otra forma de evaluar la teoría, con combinación de estrategias en trabajo colaborativo, hubo debate y también coevaluación con devolución de ellos mismo con discusiones cara a cara. Por tanto, la propuesta P-D-C es propiamente de evaluación formativa.

#### ***E) D (Debate)***

##### Conceptualización:

El debate consiste en plantear dos hipótesis contradictorias sobre un tema en particular. Dividir en dos grupos el curso y pedir a cada uno, durante algunos minutos, fuera de su inclinación por el tema, que piensen argumentos para defender su postura en relación a la hipótesis. Luego generar debate entre los dos grupos en donde cada uno de ellos defenderá la hipótesis que les delegó el docente en un primer momento.

##### Implementación:

Durante el cursado virtual de la asignatura, se planteó una pregunta de toma de decisiones de un tema en particular ya dictado y se realizó un debate vía electrónica, evidenciando los puntos de vista de cada alumno, mientras que el docente actuó como mediador para concluir con argumentos consensuados. La secuencia de la actividad fue la siguiente: la pregunta contradictoria se eligió de un cuestionario teórico, fue enviada a los alumnos por correo electrónico en formato texto. Se les solicitó que la respondieran en un tiempo estipulado, para luego, mediante un debate, redireccionar la respuesta si había errores en su conceptualización, o si estaba incompleta. Asimismo, el debate implicó recomendar al compañero algún criterio para considerar. Luego de hecho lo anterior el

docente dio la unificación final de criterios. Eso se realizó vía virtual para cohorte 2020, 2021 y 2022 (en anexo 7 se adjunta el cuestionario teórico modelo y en anexo 7A el debate vía email realizado en época de pandemia). Se aclara que se trabajó también con actividades combinadas, donde siempre intervino el debate para llegar a la conclusión final con los grupos colaborativos como P-D-C; C, etc.

#### Análisis:

Respecto a la participación de los estudiantes en la actividad P-D-C es posible decir que fue activa, se los corrió totalmente de la pasividad clásica de clases tradicionales. El debate en clase se convierte en una herramienta clave para conseguir una clase activa y participativa. Según Educalink (2021) el debate en clase es un aspecto fundamental en el proceso educativo sobre todo para desarrollar un pensamiento crítico y la comunicación, implantarlo en el aula fue ideal para tener una clase participativa y activa. Para los docentes, la implementación de esta actividad como una herramienta didáctica es de gran ayuda para evaluar otros aspectos y habilidades, así como tener una mayor visión sobre las dificultades de aprendizaje que presentan sus estudiantes. En relación a los contenidos los estudiantes mejoran sus habilidades comunicativas en la exposición de los mismos, trabajando aspectos argumentativos que requiere un contenido crítico; además, un contenido presentado a través de esta actividad invita a la cooperación y al desarrollo de un pensamiento crítico. Respecto a la evaluación la acción de pensar, luego debatir y compartir permite observar y valorar las argumentaciones, la participación, la oratoria y la comunicación oral, todas ellas habilidades necesarias en el ejercicio profesional de un Ingeniero. De esta manera, habrá una valoración grupal, así como valoraciones individuales, a través de una evaluación continua de tipo formativa: proceso permanente y sistemático en el que se recoge y analiza información para conocer y valorar los procesos de aprendizaje y los niveles de avance en el desarrollo de las competencias.

#### **F) C (Coevaluación)**

##### Conceptualización:

La coevaluación consiste en un proceso de valoración realizado entre pares basado en criterios predefinidos, en el cual se evalúan el desempeño y la calidad de los trabajos, así como el nivel de logro en relación a los objetivos de aprendizaje, de igual manera se da y recibe retroalimentación. Según Hernandez (2020) se mencionan las características más relevantes de ella a continuación:

- Se utiliza comúnmente en trabajos colaborativos del que forma parte el mismo estudiante.
- Al estudiante se le puede solicitar que evalúe el trabajo de otro compañero

sin que necesariamente pertenezcan al mismo equipo.

- La coevaluación conlleva a obtener ganancias cognitivas, pero también afectivas para los estudiantes; quienes se sienten con una responsabilidad importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual incrementa su motivación intrínseca.
- Desde la perspectiva del docente, la coevaluación puede representar un ahorro de tiempo.

#### Implementación:

Se planteó un trabajo colaborativo entre grupos con una coevaluación a través de pautas previas, propuestas por el docente. Al finalizar una unidad de contenido de la materia, se dividió el curso de estudiantes en dos grupos, luego el docente eligió tres preguntas claves de un tema. Un grupo, el **co-evaluado**, respondió esas preguntas, mientras que el otro grupo, el **co-evaluador**, valoró esos conceptos. Luego la actividad se invirtió y el grupo co-evaluado pasó a ser co-evaluador y viceversa. Finalmente, el docente dio devoluciones cara a cara en forma oral, dejando asentado las correcciones en la planilla de trabajo propuesta (en anexo 8 se adjunta un modelo de planilla de trabajo de coevaluación, en anexo 8A se adjunta trabajo realizado de coevaluación presencial para cohorte año 2022 con las respectivas correcciones del docente para unificar criterios, y en anexo 8B fotografías de los grupos trabajando colaborativamente en aula para esta actividad).

#### Análisis:

Los estudiantes que participaron de la experiencia de coevaluación manifestaron valoraciones positivas en relación a la misma, con mejores resultados en la situación presencial. La implementación de la actividad C requiere de la orientación y mediación del docente, para que los estudiantes paulatinamente vayan desarrollando la capacidad de evaluar de manera honesta y justa. Con respecto a los contenidos se obtiene un doble beneficio, ya que por un lado se le da retroalimentación al compañero que se está evaluando, pero simultáneamente el estudiante evaluador obtendrá retroalimentación de su propio trabajo.

La coevaluación es sobre todo de tipo formativa y surge como necesidad y variable relevante de las actividades implementadas desde el modelo ACE. Se recomienda incorporar de a poco y en beneficio de los estudiantes esta evaluación que es en sí misma una instancia de aprendizaje.

- **4. b.2.c. Expectativas intermedias de los estudiantes**

Los contenidos trabajados en Planta de Tratamiento de Minerales en cohortes 2020,

2021 y 2022, según el programa presentado, se estructuran en 11 unidades, cuyos temas son: unidad 1 “Flujograma de Ingeniería”, unidad 2 “Selección de circuitos de trituración”, unidad 3 “Selección de tamaño y tipo de zarandas vibratorias en plantas de trituración de minerales”, unidad 4 “Selección de circuitos de molienda”, unidad 5 “Selección de circuitos de bombas de pulpas”, unidad 6 “Selección y aplicación de clasificador espiral”, unidad 7 “Selección de hidrociclones clasificadores”, unidad 8 “Tratamientos de pulpas minerales”, unidad 9 “Espesamiento y filtrado”, unidad 10 “Almacenamiento de gráneles sólidos” y unidad 11 “Silos de almacenamiento”. A continuación, se presenta un cuadro de programación, que contiene las metodologías de aprendizaje activo aplicadas en la materia en base a los contenidos totales y el tipo de evaluación a la cual estuvo asociada.

Planificación de actividades :						
Etapas	Contenido Enseñados	Actividades A.A - Encuestas	Tipo de evaluación	Act nuevas vs existentes		
1° etapa	Unidad 1: balance de masas y balance metalúrgico.	Encuesta inicial	-	N	N	NUEVA
		EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N	E	EXISTENTE
		C - coevaluación con intercambio de preguntas y síntesis del docente, sin pautas previas.	Coevaluación	N		
2° etapa	Unidad N°2 y 4 : selección de circuitos de trituración y Zarandas.	ABP - aprendizaje basado en problemas.	Sumativa	E		
		EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N		
		EC ( estudio de caso 1 y 2).	Formativa	N		
3° etapa	Unidad N°3 molinos y clasificadores espiral	ABP - aprendizaje basado en problemas.	Sumativa	E		
		EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N		
		P-D-C (pensar dialogar compartir).	Formativa	N		
4° etapa	Unidad N°8 hidrociclones clasificadores y bombas de pulpa	C - coevaluación con intercambio de preguntas y síntesis del docente, sin pautas previas.	Coevaluación	N		
		ABP - aprendizaje basado en problemas.	Sumativa	E		
		EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N		
5° etapa	Unidad N°9. cerrados y abiertos.	EC ( estudio de caso 3).	Formativa	N		
		Encuesta intermedia	-	-		
		ABP - aprendizaje basado en problemas.	Sumativa	E		
6° etapa	Unidad 10 -11 almacenamientos	EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N		
		AI "( aprendizaje invertido )".	Formativa	N		
		C - coevaluación con intercambio de preguntas y síntesis del docente, sin pautas previas.	Coevaluación	N		
Examen final ( proyecto integrador )	Unidad 5, 6 y 12 teoría de floculación , coagulación , espesadores y cintas transportadoras.	ABP - aprendizaje basado en problemas.	Sumativa	E		
		EBP - preguntas de Conocimiento.	Formativa	N		
		Encuesta final.	-	N		
Examen final ( proyecto integrador )	El estudiante arma un flow sheet de una planta y engloba todos los conceptos de la materia.	Encuestas de actividades ACE.	-	N		
		APP "( aprendizaje por proyectos)".	Formativa	N		
		Encuesta trabajo final	-	N		

Tabla N°4 (Planificación de actividades de Aprendizaje activo en Planta de Tratamiento de Minerales años 2020-2021-2022 1 cuatrimestre).

Para conocer las ideas de los estudiantes en mitad de cuatrimestre, ya habiendo aplicado las actividades ACE propuestas y descriptas en tabla, referida a los contenidos desarrollados por el docente en una etapa intermedia de cursado de la materia Planta de Tratamiento de Minerales se aplicó una encuesta intermedia tomando en consideración cinco preguntas: 1) ¿La modalidad de la cursada del año 2020, 2021, 2022 en esta Materia

(Planta de Tratamiento de Minerales) redundante en aprendizajes significativos para Ud.? ¿Por qué? 2) ¿Le resultan interesantes las actividades propuestas en lo que va de la cursada? ¿Por qué? 3) Enumere aquellas actividades que observó distintas en relación a la cursada normal. 4) ¿Qué actividades de las aplicadas hasta el momento le resultaron más potentes y productivas, para afianzar el conocimiento de los contenidos de esta materia? Expresar brevemente su punto de vista. 5) De las actividades realizadas hasta el momento ¿Cuáles mejorarían? ¿Cuáles quitarían?

Los gráficos que se presentan en el análisis muestran porcentajes que no dan el 100%, porque se construyeron categorías en relación a totalizaciones de alumnos diferentes en cada año: cohorte 2020 (2 estudiantes), cohorte 2021 (5 estudiantes) y cohorte 2022 (12 estudiantes); las respuestas fueron abiertas por eso la diferencia de respuestas en las categorías obtenidas. Dichas preguntas se aplicaron para obtener información sobre las metodologías de aprendizaje activo desarrolladas hasta ese momento permitiendo observar diversas variables.

- |  |
|--|
| 1. La modalidad de la cursada 2020, 2021 y 2022 en esta materia (Planta de Tratamiento de Minerales) ¿redundante en aprendizajes significativos para Ud. ¿Por qué? |
| 2. ¿Le resultan interesantes las actividades propuestas en lo que va de la cursada? ¿Por qué?  |

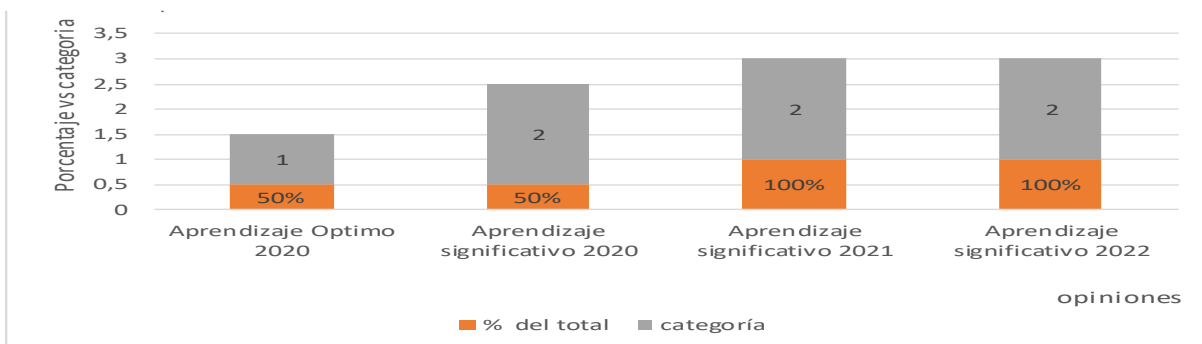


Gráfico 14

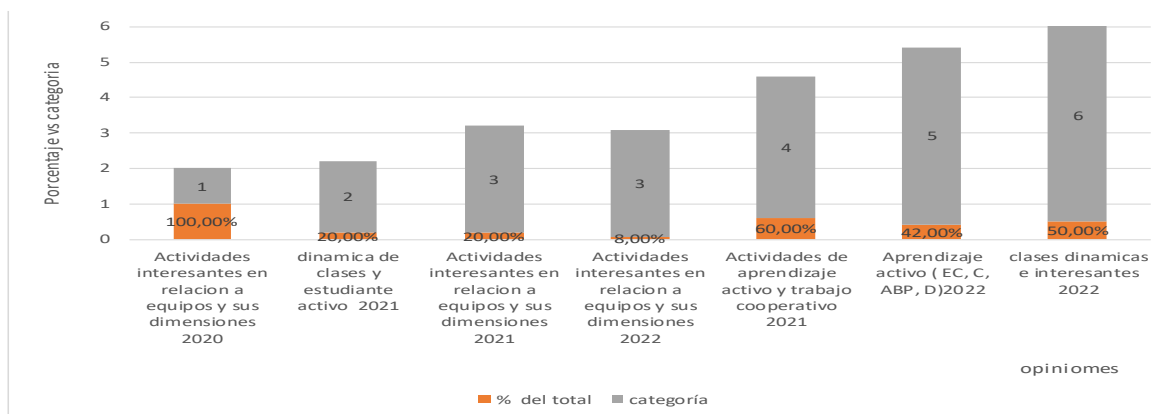


Gráfico 15

Los gráficos 14 y 15 muestran las apreciaciones sobre la modalidad de cursada y si

las actividades propuestas hasta el momento les resultan interesantes. El objetivo aquí es observar si el aprendizaje de los contenidos desarrollados redundará en aprendizajes significativos. Así, el enfoque ACE (Cukierman 2018: 31) en relación a su efectividad queda demostrado en variadas investigaciones: los estudiantes alcanzan un aprendizaje más auténtico y de mayor significación y persistencia; a la vez, las actividades ACE permiten desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior (pensamiento crítico, creatividad, análisis, conceptualización, evaluación y autoevaluación, etc.), lo que es de fundamental importancia en la educación superior. El **aprendizaje significativo** (Moreira, 1997: 20). Supone básicamente un proceso a través del cual una nueva información, en este caso referida a una planta de tratamiento de minerales, se relaciona de manera no literal, es decir, no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende (en este caso, con los conocimientos adquiridos en la cursada anterior a la materia Planta de Tratamiento de Minerales). Podemos evidenciar que destacan de forma importante los aprendizajes realizados, sumándole otra opinión que es la de aprendizaje óptimo. Esto da cuenta del nivel de satisfacción de los estudiantes en relación a la metodología empleada por el docente para implementar sus clases.

Además, dentro de las estrategias didácticas aplicadas para desarrollar los contenidos, destacan actividades interesantes en relación a equipos y dimensiones; reconocen que las actividades didácticas con respecto a los contenidos propician el aprendizaje activo. A los fines de esta investigación, interesa centrar la mirada en el denominado **aprendizaje activo**, que según Cukierman (2018: 32) posibilita aprendizajes en los estudiantes participando de manera constante, interactuando con quien les enseña. En situaciones de aprendizaje activo, los estudiantes cuestionan, buscan información, relacionan las nuevas ideas con conceptos ya aprendidos y organizan cada idea de acuerdo a su mundo.

También, los estudiantes de Planta de Tratamiento de Minerales, destacan el trabajo colaborativo generado a partir de la aplicación de estrategias del modelo ACE. Según Cascales-Martínez (2016); y Simó (2016), el **trabajo colaborativo o cooperativo** es un método dinámico que fomenta la participación directa y activa de los estudiantes en la búsqueda de alternativas de solución a las contradicciones generadas en el proceso de aprendizaje; esta dinámica de trabajo en equipo favorece el aprendizaje significativo, las relaciones sociales, la comunicación, el aprendizaje autónomo, el desarrollo de habilidades de investigación y el fomento de valores humanos. La ponderación en forma positiva del aprendizaje colaborativo o cooperativo en las tres cohortes que involucró esta investigación, da cuenta de la importancia que los estudiantes le dan al trabajo con otros,

aspecto fundamental que desarrollarán en su futura vida profesional, ya que estarán en constante interacción con otros (colegas, diversos profesionales, obreros, etc.) y deberán tomar decisiones conjuntas en las tareas que involucran a un Ingeniero en Minas.

Por último, destacan los estudiantes el dinamismo de las clases. Según Knowels M. y H., el dinamismo en clase “se refiere a las fuerzas que actúan en cada grupo a lo largo de su existencia y que lo hacen comportarse como se comportan” (1962: 11). Estas fuerzas constituyen el aspecto emprendedor del grupo: movimiento, acción, cambio, interacción, reacción, transformación, creatividad. Todos aspectos opuestos a las actitudes como la pasividad, la monotonía, la tendencia a copiar, la pereza mental, la línea de menor esfuerzo, entre otras. La interacción recíproca de estos esfuerzos y sus efectos resultantes en un grupo dado, constituyen su dinámica.

3. Enumere aquellas actividades que observó distintas en relación a la cursada normal.

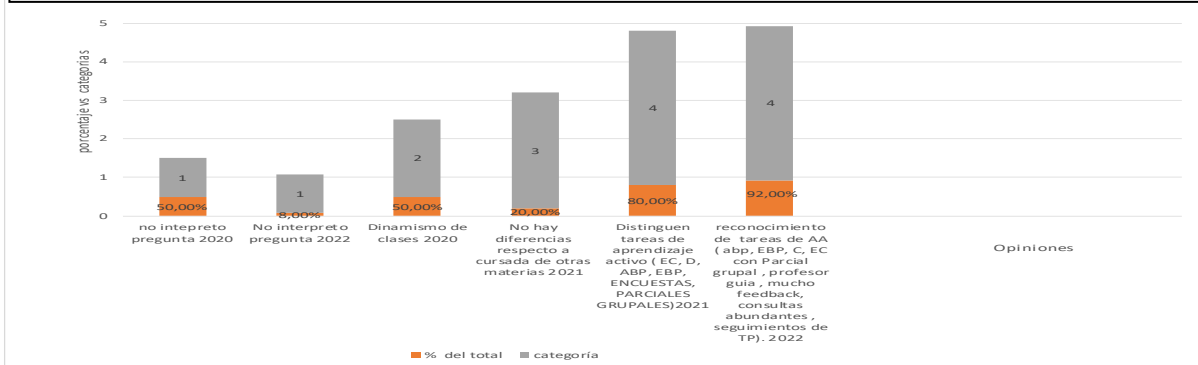


Gráfico 16

4. ¿Qué actividades de las aplicadas hasta el momento le resultaron más potentes y productivas para afianzar el conocimiento de los contenidos de la materia? Exprese brevemente su punto de vista

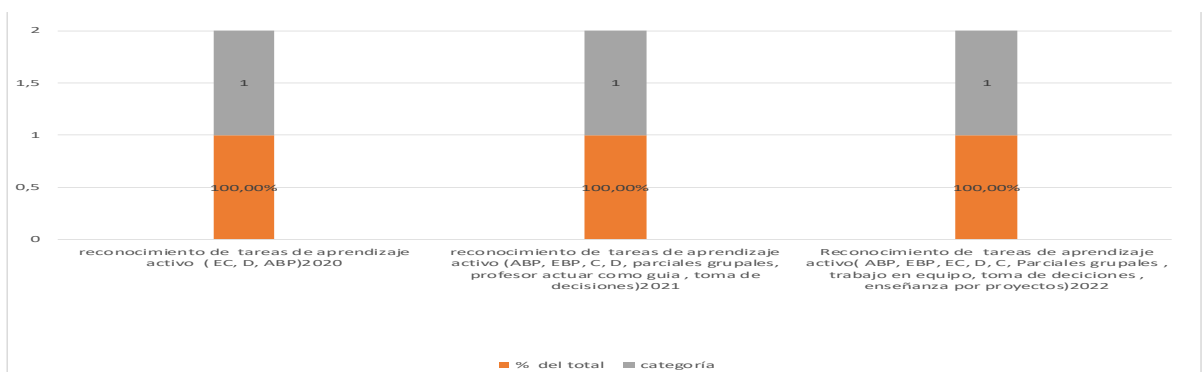


Gráfico 17

Los gráficos 16 y 17 muestran la enumeración de las actividades que los estudiantes observaron cómo diferentes a la cursada normal, de carácter tradicional tal como se desarrollan regularmente en la carrera de Ingeniería en Minas. Dijeron que distinguen tareas de aprendizaje activo en relación al contenido, enumerándolas: en **cohorte 2020**: EC (Estudio de caso), D (Debate), ABP (Aprendizaje basado en problemas). En **cohorte 2021**: ABP (aprendizaje basado en problemas), EBP (enseñanza basada en preguntas), C (coevaluación), D (debate) y parciales grupales (evaluación formativa) más APP (Aprendizaje por proyecto). En **cohorte 2022**: ABP (aprendizaje basado en problemas), EBP (enseñanza basada en preguntas), EC (estudio de caso), D (Debate), parciales grupales (evaluación formativa) más APP (Aprendizaje por proyecto). Resaltan, además, la evaluación grupal como parte de una actividad propuesta en el EC; destacan el concepto de profesor guía, con mucho feedback, consultas y seguimiento, más el dinamismo de las clases.

Existen diversas clasificaciones de estrategias de aprendizaje activo. Según Cukierman (2018), este sistema de clasificación que ya ha sido aplicado en la práctica de aula para estudiantes de Ingeniería, tiene algunas estrategias didácticas para promover el aprendizaje activo tales como:

- *Pensar–Dialogar–Compartir (PDC)*
- *Debates (D)*
- *Aprendizaje entre pares (C)*
- *Aprendizaje invertido (AI)*

Según Jerez (2015: 23) otras herramientas metodológicas del aprendizaje activo aplicadas en ACE son:

- Método de casos o estudios de casos (EC)
- Enseñanza basada en preguntas (EBP)
- Debate en aula (D)
- Aprendizaje entre pares. (Peer instrucción)
- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Aprendizaje por proyectos (APP)
- Clases expositivas que favorecen la comprensión
- Discusión guiada (Docente mediador)
- Aprendizaje basado en equipos
- Aprendizajes y servicios
- Cierre de clases (One minute paper) (OMP)

Las respuestas a la pregunta 3 se fortalecen en la pregunta 4, al enumerar las actividades que a los estudiantes les resultaron más potentes y productivas mientras



estaban cursando la asignatura. Hay coincidencia en las tres cohortes (2020, 2021 y 2022) en resaltar EC, D, ABP, EBP y C como las actividades más destacadas para alcanzar un aprendizaje activo. Como dijimos más arriba, esas actividades resultan productivas y potentes al ensamblarse con la idea de profesor guía, evaluaciones parciales grupales, toma de decisiones, trabajo en equipo y aprendizaje por proyectos (APP). El aprendizaje basado en proyectos (APP) es definido por el Instituto Buck de Educación (BIE) como: “*un método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación, estructurado alrededor de preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados*” (Thomas, 1999). Según Kilpatrick, cuyos aportes citan Majó y Baquero (2014), existen cuatro tipos de trabajos por proyectos según la finalidad que se persiga:

- De producto: proyectos en los cuales los y las estudiantes diseñan, elaboran o construyen un producto concreto como producción final.
- **De resolución de problemas:** proyectos en los cuales los y las estudiantes deben resolver un problema intelectual desafiante y proponer una solución con aplicación, **en este caso a Ingeniería en Minas.**
- De elaboración de propuestas: proyectos en los cuales los y las estudiantes deben mejorar una situación concreta o realizar una acción de intervención en el entorno.
- De investigación: proyectos que se centran en conocer en profundidad y comprender un tema relevante.

5. De las actividades realizadas hasta el momento ¿cuáles mejoraría? ¿y cuáles quitaría?

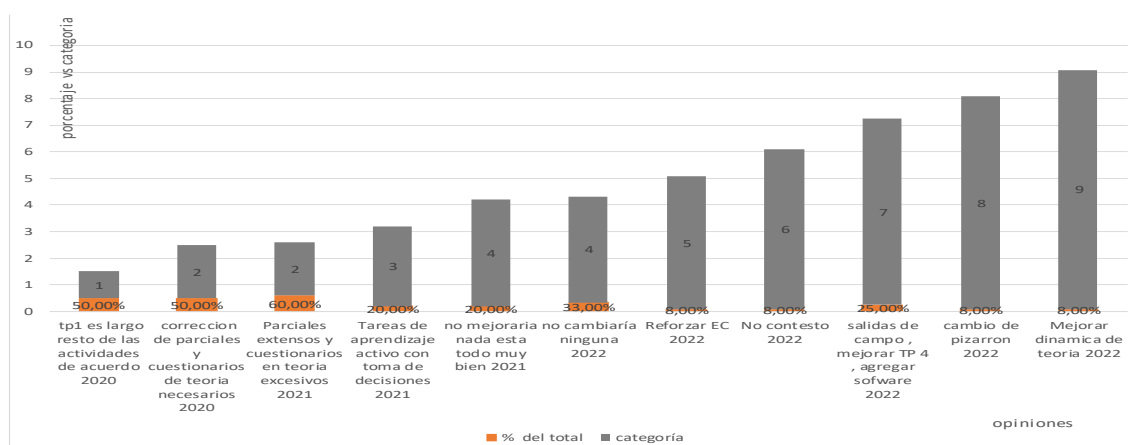


Gráfico 18

El gráfico 18 muestra las opiniones de los estudiantes en relación a cuáles actividades mejorarían y cuáles quitarían, con sus justificaciones. Se puede observar, según las opiniones de los estudiantes, un gran número de categorías: sobre lo que mejorarían destacan la necesidad de un trabajo práctico inicial. Aquí uno de los alumnos

cohorte 2020 lo considera como largo al TP1 y ejercicios repetitivos respecto a materia anterior correlativa (Tratamiento de Minerales 1). La razón de un trabajo práctico extenso y con ejercicios repetitivos, se basa en que aquellos estudiantes que rindieron la materia anterior a Planta de Tratamiento de Minerales tienen conceptos, contenidos y procedimientos aprendidos claramente; pero los estudiantes que cursaron la materia anterior y no rindieron hace más de dos años, les sirve este trabajo práctico como repaso y al docente le sirve para poner a todos los estudiantes en la misma situación de conocimientos.

Luego explicitan que los exámenes parciales son muy extensos (sobre todo en cohortes virtuales, tanto en práctica como en teoría). Los parciales virtuales se elaboraron extensos, porque los estudiantes debían realizar actividades tanto de las clases teóricas como de las prácticas en el mismo parcial, a lo cual se sumó el escaneo y envío de las hojas, tablas, ábacos y gráficos, identificarlos y mandarlos por mail, a diferencia de un parcial presencial en el cual se les dan enunciados, información impresa con adjuntos y los estudiantes solo lo resuelven y entregan.

Manifiestan también la necesidad de agregar salidas de campo, mejorar otro trabajo práctico en particular e implementar software de simulación (para cohorte 2022). Respecto a las salidas de campo y software no se implementan por temas presupuestarios de combustibles, seguros y pagos de licencias de software. Respecto al trabajo práctico N°4 gráfico 18 piden mejorarlo, una alumna de cohorte 2022 pide reformar lecturas de tablas, el resto de sus compañeros no tuvo inconvenientes en interpretar tablas.

Plantean además que hay que mejorar mobiliario de clases, algo que escapa a las posibilidades del equipo docente, siendo esto un factor propio de la infraestructura universitaria.

Por último, dicen que hay que reforzar los EC. En esta cuestión un estudiante de cohorte 2022 expresó que quiere que se apliquen más estudios de casos al resto de las unidades de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, porque se sintió cómodo con esa actividad. Esto deberá ser estudiado por el grupo docente de la materia, porque conlleva más tiempo y los tiempos de cursada van en tendencia a reducirlos en un 25 % para próximos cambios planes de estudio de Ingeniería.

Como resaltaron en preguntas anteriores, los estudiantes también expresaron con cuáles de las tareas estuvieron de acuerdo, destacando que observaron tareas de aprendizaje activo que les ayudaron a tomar decisiones; mientras que algunos estudiantes expresaron que no cambiarían nada de lo propuesto en el curso respecto a actividades ACE para el aprendizaje de los contenidos.

En relación a quitar actividades, ningún estudiante explicitó esta opción, mostrando entonces un alto grado de conformidad con las actividades ACE propuestas.

Resulta muy importante destacar del análisis de estos gráficos en base las respuestas de los estudiantes y como se expresó en los conceptos teóricos de esta investigación, interesa centrar la mirada en el denominado **aprendizaje activo**, en el cual las personas aprenden participando de manera constante, interactúan con quien les enseña y se cuestionan, buscan información, relacionan las nuevas ideas con conceptos ya aprendidos y organizan cada idea de acuerdo a su mundo. El aprendizaje activo, es logrado por medio de una reflexión sobre la experiencia, y se alcanza enfocándose en los problemas en un contexto social, los estudiantes recordarán más contenido si se intercalan actividades breves durante la clase, en contraposición con la predominante tiranía del contenido que alienta a los profesores de enseñanza tradicional a incluir tanto material como sea posible en una clase. Esta evidencia sugiere que los docentes deben estructurar sus cursos de modo que promueva ambientes colaborativos y cooperativos. El enfoque ACE incluye actividades con contenidos que sustituye lecciones expositivas por experiencias de aprendizaje activo, la asignación de problemas abiertos y problemas que requieren pensamiento crítico o creativo, que no se pueden resolver siguiendo ejemplos de texto, involucrando a los estudiantes en simulaciones y juegos de roles, y utilizando el aprendizaje autoguiado o cooperativo (basado en el equipo).

En estos gráficos podemos observar en base a opiniones la mejora en la participación de los estudiantes en aula universitaria la cual conlleva una motivación intrínseca sacando a estos de la pasividad e influye favorablemente en los procesos de enseñanza y en los resultados del aprendizaje. En la acción educativa, la percepción que tienen los alumnos del grado de libertad y de las oportunidades de elegir, según sus necesidades e intereses particulares, ejercen una gran influencia sobre la calidad del rendimiento, sobre sus sentimientos acerca del proceso de aprendizaje y sobre la auto atribución de los resultados.

Los Estudiantes destacaron también en relación al contenido la vinculación con el aprendizaje significado, al unir conceptos de materias anteriores de la carrera con la actual Planta de tratamiento de minerales, el **Aprendizaje significativo** es uno de los aprendizajes más enriquecedores, caracterizado por la recolección de información, la selección, organización y el establecimiento de relaciones de ciertos conceptos nuevos con otros anteriores, como una forma de asociación.

Además, los estudiantes destacaron la evaluación grupal aplicada a EC (estudio de caso) con un proyecto en particular, sabiendo que la evaluación **para el aprendizaje** es una herramienta efectiva para el desarrollo de ACE que recomienda para evaluar entre

otros: **Proyectos, experiencias prácticas y trabajos en grupo:** pueden aplicarse con ayuda de herramientas informáticas y en modo virtual, documentos compartidos, plataformas de trabajo colaborativo, etc. Con esto es posible evaluar la participación y el desempeño de los estudiantes en estas actividades de manera continua y a lo largo del curso.

En resumen, en la encuesta intermedia y agrupando las categorías del mismo tipo de los tres años de las cohortes 2020, 2021 y 2022, en las cuales fueron en total 19 estudiantes encuestados, se expresan los resultados promedios en el siguiente gráfico y tabla:

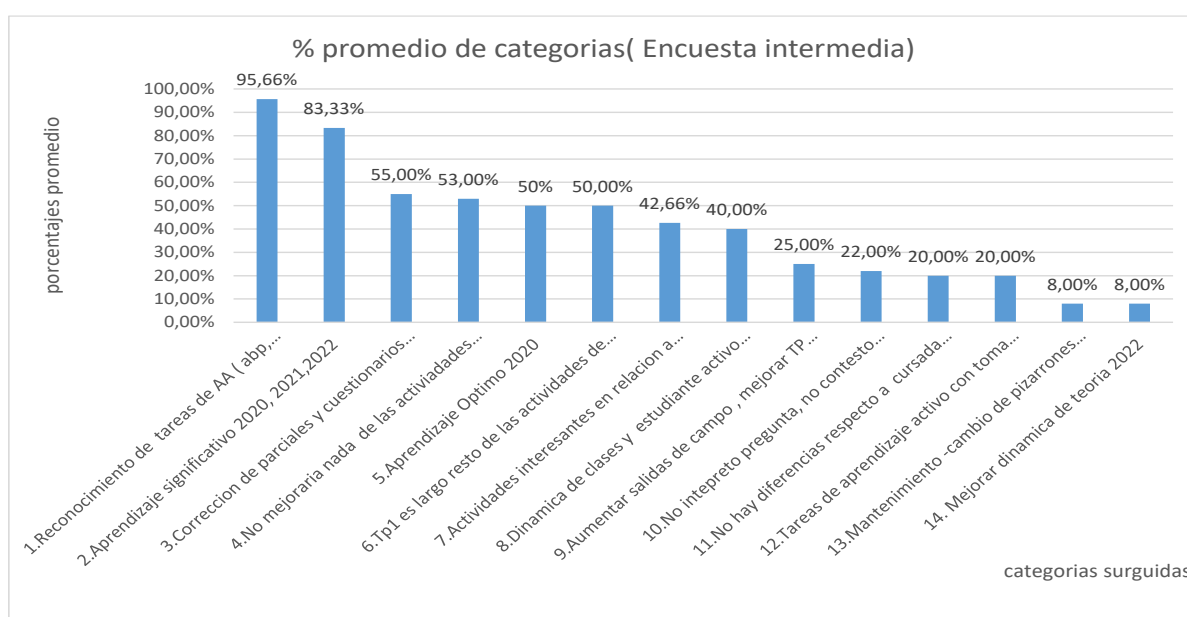


Gráfico 19

orden de categoria	categorias encuesta intermedia	% promedio encuesta intermedia
1	1.Reconocimiento de tareas de AA ( abp, EBP, C, EC con Parcial grupal , profesor guia , mucho feedback, consultas abundantes , seguimientos de TP) . 2020,201,2022	95,66%
2	2.Aprendizaje significativo 2020, 2021,2022	83,33%
3	3. Correccion de parciales y cuestionarios de teoria necesarios 2020	55,00%
4	4.No mejoraria nada de las actividades ACE propuestas esta todo muy bien 2021,2022	53,00%
5	5.Aprendizaje Optimo 2020	50%
6	6. Tp1 es largo resto de las actividades de acuerdo 2020	50,00%
7	7.Actividades interesantes en relacion a equipos y sus dimensiones 2020,2021,2022	42,66%
8	8.Dinamica de clases y estudiante activo 2020, 2021,2022	40,00%
9	9.Aumentar salidas de campo , mejorar TP 4 , agregar software 2022	25,00%
10	10.No interpreto pregunta, no contesto 2020,2022	22,00%
11	11.No hay diferencias respecto a cursada de otras materias 2021	20,00%
12	12.Tareas de aprendizaje activo con toma de decisiones 2021	20,00%
13	13.Mantenimiento -cambio de pizarrones 2022	8,00%
14	14. Mejorar dinamica de teoria 2022	8,00%

Tabla N° 5: Tabla de análisis encuesta intermedia resumen

En esta tabla se representan las categorías surgidas en base a la opinión de cada encuestado, las mismas se agruparon, se promediaron porcentajes de las cohortes que intervinieron y se ordenaron de mayor a menor para observar la importancia de cada una. Así, surgieron 14 categorías en total. De dichas categorías la más representativa fue la categoría 1 con 95,66%, relacionada al reconocimiento de tareas de aprendizaje activo, respecto al contenido brindado en el proceso de aprendizaje. A los fines de esta investigación, interesó centrar la mirada en el denominado *aprendizaje activo* autodirigido y reflexivo, el cual supone necesariamente alejarse de un modelo educativo tradicional que se asienta sobre valores tales como la disciplina y la obediencia.

En segundo lugar, la categoría 2 fue muy relevante en este orden con un 83,33%. Esta categoría está relacionada al aprendizaje significativo, que une los conceptos de contenidos de otras materias cursadas anteriormente por los estudiantes con contenidos actuales de las actividades de aprendizaje activo propuesta según el ACE para la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales.

En forma general, las categorías 6, 8, 9, 13 y 14 aportan por parte de los estudiantes la posibilidad de mejora de los contenidos desarrollados en relación a la teoría y la práctica, respecto a las estrategias didácticas desarrolladas. Las categorías 5, 7 y 12 los estudiantes aportan al contenido abordado en las actividades ACE planteadas, a partir de las cuales dicen alcanzar aprendizaje óptimo, tareas interesantes en relación a dimensionamiento de equipos de procesamiento de mineral y una interacción del aprendizaje activo con toma de decisiones, cuestión fundamental para el Ingeniero en Minas como futuro profesional.

En relación a las evaluaciones según tabla N° 11, descrita al inicio de este análisis fueron de tres tipos: (1) Evaluación tradicional o tipo sumativa, a través ABP, en la cual al término de un periodo de tiempo se tomó un examen para la práctica con problemas prácticos similares a la práctica desarrollada en aula, combinando modo tradicional con modo propio del ACE (ver anexo 14, examen parcial vacío, y en anexo 14A, el mismo examen completo). (2) Evaluación de tipo formativa según las metodologías de aprendizaje activo: EBP, EC, PDC y D, descritas anteriormente para la parte práctica y teórica. (3) Evaluación co-evaluativa, donde se dividió el curso en dos grupos de los cuales los estudiantes se eligieron para conformarlos, se implementó mediante un conjunto de preguntas sobre un tema en particular elegido por el docente donde una vez contestadas las preguntas para un tiempo pautado se intercambiaron preguntas a cada grupo y se corrigieron las mismas por parte de ellos, luego hubo una devolución por grupo y por último el docente realizó el ajuste correspondiente para cerrar el tema.

Cabe destacar que años anteriores la evaluación de la materia era sólo de carácter sumativa en la parte práctica, y con la aplicación de las nuevas metodologías se introdujo el concepto de un tipo de evaluación (Formativa) más potente en relación al aprendizaje del estudiante; a la cual se sumó como elemento distintivo el concepto de coevaluación entre los estudiantes del año 2020 y 2022.

Según la tabla N°11 presentada anteriormente la materia se dividió en 6 etapas. En esas etapas se combinan las tres formas de evaluación.

Etapas 1 a etapa 6:

Para la evaluación formativa se aplicó en teoría con un cuestionario (aprendizaje por preguntas de conocimiento) confeccionado en Word, que se envió por mail a los estudiantes, se les dio un tiempo para responder, posteriormente lo enviaron por el mismo medio y permitió al docente ir evaluando continuamente el aprendizaje antes de finalizar la etapa prevista y programada, cabe destacar que el docente envió devolución por mail a cada estudiante con las correcciones correspondientes, si existieron. Además, en etapa 1 se realizó un debate con preguntas teóricas que respondieron los estudiantes vía mail, luego de respondidas dichas preguntas y enviadas al docente vía mail se intercambiaron las mismas y cada estudiante corrigió sin poner nota el contenido de cada pregunta del otro compañero (coevaluación), agregando más datos a la respuesta o bien dando el sentido correcto de la misma (aquí en etapa 1, se aplicó coevaluación que se repitió en las etapas 3 y 5). Por último, el docente luego unificó criterios y envió devoluciones vía mail a los estudiantes por si hacía falta agregar algo más. Para finalizar en la etapa 1-3-5-6, se aplicó evaluación sumativa, con el método de aprendizaje basado en problemas, que consistió en un parcial práctico de problemas similares a los dados en práctica, enviado por mail con un tiempo de resolución previamente acordado con los estudiantes, para luego y una vez culminado examen enviaron dicho parcial escaneado por mail para luego el docente enviarles devolución vía mail con correcciones si existieron.

Etapas 2 y etapa 4:

En esta etapa no se evaluó de la forma tradicional o sumativa, sino más bien se aplicó un ejercicio de estudio de caso el cual sirvió como evaluación de tipo formativa, enviada por mail a los alumnos dando un tiempo previamente estipulado para resolverlo e incorporando conceptos teóricos, prácticos y además ejercicios de toma de decisiones. Por último, una vez terminado el examen fue enviado por los estudiantes vía mail, y el docente les envió la respectiva devolución en referencia a los ítem mencionados, para cohorte 2021 (virtual); para cohorte 2022 (presencial) los estudiantes eligieron el estudio de caso, trabajaron colaborativamente, lo expusieron en

forma oral distribuyéndose las tareas y exposición, debatieron entre grupos.

Etapa 3:

Aquí en esta etapa se agregó una evaluación formativa a través del método pensar-dialogar-compartir, la cual consistió en: del tema práctico resuelto en una clase, se les planteó vía mail una pregunta con respuestas contradictorias; se les solicitó que la contestaran vía mail para luego realizar un intercambio de las respuestas de cada estudiante; se realizó un debate entre los estudiantes para ver qué opinaban, luego del cual, en base a lo habían respondido, el docente rescató lo que estaba bien y realizando una unificación final de criterio vía mail, se llegó a la respuesta correcta.

Etapa 4:

Está aclarado cada ítem evaluativo en etapas anteriores.

Etapa 5:

Están explicados en las etapas anteriores los tipos de evaluación que se aplicaron.

Etapa 6:

Están explicados en las etapas anteriores los tipos de evaluación que se aplicaron.

Examen final:

Los alumnos cuando se deciden a rendir examen final tienen dos alternativas para rendir: la primera es sacar bolillas y rendir teoría-práctica (método tradicional), y la segunda forma es armar un proyecto (EPP Evaluación por proyectos) de una planta que el estudiante elige (evaluación formativa) y dimensionarla por completo, previo a consultar dudas al docente a medida que avanza. Esta última forma de evaluación es la que más eligen, ya que les permite a los estudiantes refrescar todos los conceptos aplicados a un caso concreto. A su vez también le sirve al docente porque va chequeando por etapas las cuestiones conceptuales y de metodología aplicada. Por último, al rendir examen final de la asignatura deben presentar un informe de memoria técnica sobre cálculos, de unas 120 hojas aproximadamente, que entregan en un soporte anillado antes de rendir en forma física y vía electrónica (en anexo 15 puede apreciarse el índice del proyecto). El examen lo exponen ante un tribunal con una presentación resumen en computadora, de no más de 45 minutos, en la cual resaltan los resultados de la memoria de cálculo de una planta de proceso completa.

#### **4. b.2.d Opiniones finales de los estudiantes:**

Para conocer las opiniones de los estudiantes sobre el cumplimiento o no de sus expectativas iniciales e intermedias, en el final del cuatrimestre ya habiendo aplicado todas las actividades ACE propuestas referidas a los contenidos desarrollados por el docente en el cursado de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, se aplicó una

encuesta final con cinco preguntas: 1) ¿Qué aprendió en este curso? 2) ¿Cómo contribuyó este curso a su perfil profesional? 3) ¿Qué actividades o propuestas de trabajos prácticos resultaron más productivas para comprender y aprender los contenidos de este curso? 4) ¿De qué dependió el resultado? 5) ¿Qué comentarios o sugerencias puede hacerle al profesor sobre el trabajo desarrollado en el curso?

Los gráficos que se presentan en el análisis muestran porcentajes que no dan el 100%, porque se construyeron categoría en relación a totalizaciones de alumnos diferentes en cada año: cohorte 2020 (2 estudiantes), cohorte 2021 (5 estudiantes) y cohorte 2022 (12 estudiantes); las respuestas fueron abiertas por eso la diferencia de respuestas en las categorías obtenidas.

1. ¿Qué aprendió en este curso?



Gráfico 20

El gráfico 20 muestra las consideraciones de los estudiantes respecto de sus aprendizajes en el curso, evidenciando conformidad en todas las cohortes en relación al dimensionamiento de equipos de una planta de tratamiento de mineral, objetivo principal de la materia. Así, las opiniones de los estudiantes fortalecieron este objetivo adicionándole características de **aprendizaje activo**, despertando en ellos **motivación, ganas de cursar la materia**, además afianzar como un complemento el **aprendizaje significativo** y sincerarse que también aprendieron de los errores cometidos. Las apreciaciones de los estudiantes permiten afirmar que la aplicación de las actividades ACE sacaron a los estudiantes de su tradicional rol pasivo, fomentaron motivación para aprender, mejoraron el aprendizaje de los conocimientos de la materia en un proceso de comprensión más profunda y provocaron actitudes positivas hacia el docente que enseña la materia.



## 2. ¿Cómo contribuyó este curso al perfil profesional?

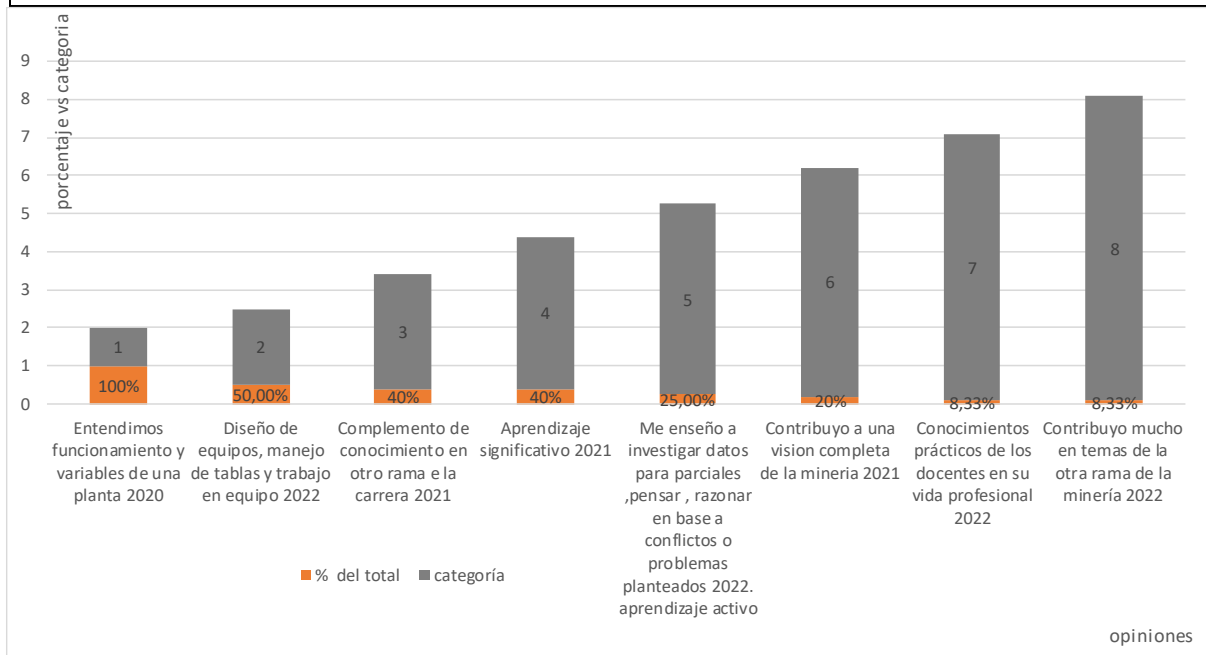


Gráfico 21

El gráfico 21 muestra las opiniones de los estudiantes en relación a como contribuyó este curso al perfil profesional de un Ingeniero en Minas. Las respuestas dicen que pudieron entender técnicamente las variables de una planta, tener una visión completa de la minería (esto se refiere a saber qué pasa desde que se produce la voladura de la roca in situ en el yacimiento, hasta llegar al producto final obtenido en una planta para su comercialización). Algunos estudiantes lo expresaron como un complemento de la otra rama: esta afirmación aplica para alumnos de la rama explotación en el plan de estudios de la carrera, ya que si no tuvieron esta materia solamente saldrían como profesional con el concepto de sistemas de explotación; con esta materia también se llevan el **complemento** de saber cómo se procesa ese mineral que se extrae. Asimismo, destacan el diseño de equipos de procesamiento (con manejo de manuales, tablas, ábacos, etc.).

Es interesante señalar aquellos aspectos que los estudiantes dicen sobre la aplicación de actividades ACE en referencia a tareas que les tocará desarrollar como futuros Ingenieros en Minas: investigar, pensar, razonar, resolver conflictos. Por último, y no menos destacado, indican que pudieron relacionar conceptos de otras materias con la materia en cuestión, lo cual es altamente beneficioso para un Ingeniero en Minas, al tener una visión más completa de su trabajo.

3. ¿Qué actividades o propuestas de trabajos prácticos resultaron más productivas para comprender y aprender los contenidos de este curso?

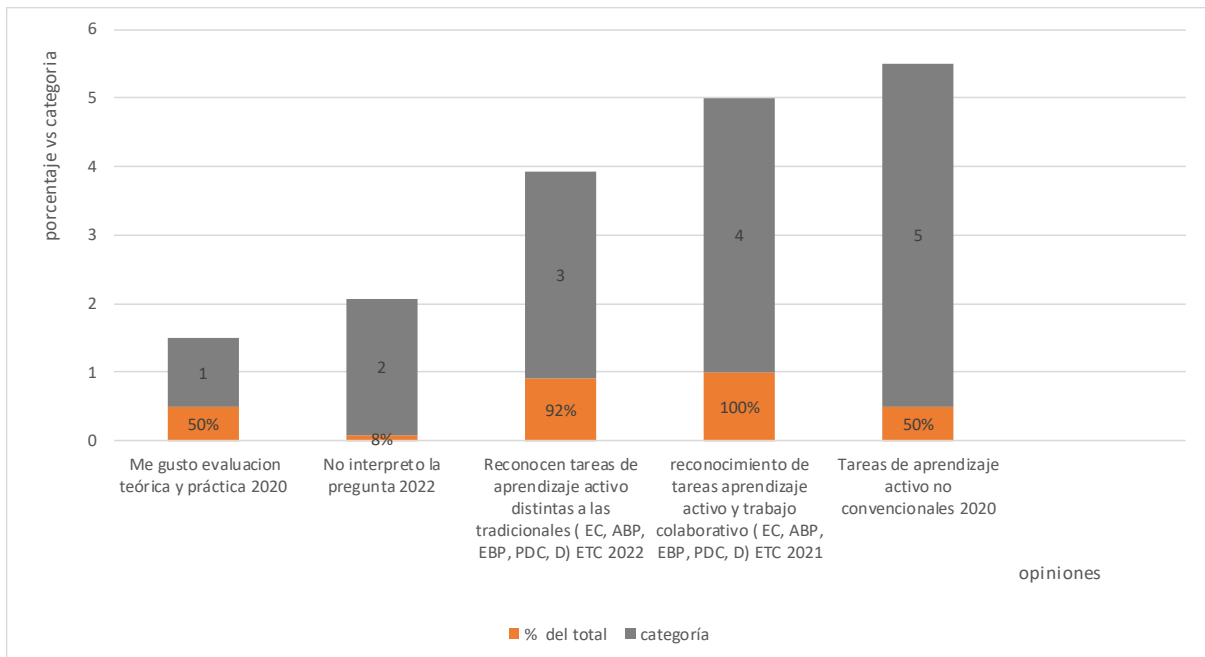


Gráfico 22

El gráfico 22 indica las respuestas de los estudiantes respecto a las actividades o propuestas de trabajos prácticos que resultaron más productivas para comprender y aprender los contenidos del curso. En primer lugar, los estudiantes reconocen en todas las cohortes, aquellas tareas de aprendizaje activo, aplicadas en los contenidos como EC, ABP, EBP, PDC, D. Otros estudiantes direccionan sus respuestas hablando de “tareas de aprendizaje no convencionales” (fuera de lo tradicional). Por último, destacan positivamente la manera de evaluar en los espacios de teoría y de trabajos prácticos, en los cuales se aplicaron actividades ACE.

4. ¿De qué dependió mi resultado?

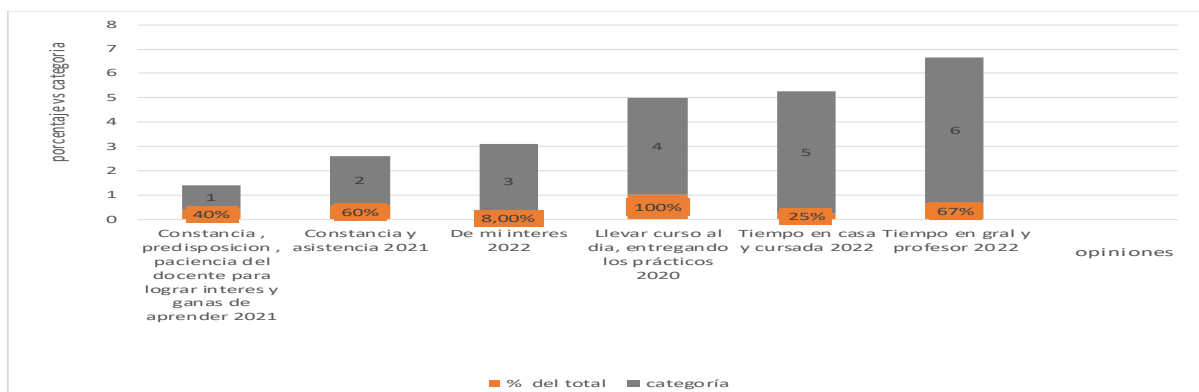


Gráfico 23

Con respecto a que factores influyeron para calificar la pregunta de qué dependió mi resultado como estudiante en la cursada de la materia, es interesante resaltar las respuestas en contraposición a la encuesta inicial en la cual expresaron que el resultado dependería del esfuerzo propio. Aquí hubo cambios a lo largo de la cursada para las diferentes cohortes: una de ellas expresó que efectivamente depende de su esfuerzo propio llevando el curso al día, incluidos los trabajos prácticos; es decir, involucrándose con los contenidos brindados. Sumado a esto expresan que les hizo falta constancia y asistencia, además agregan que necesitaron dedicarle tiempo adicional extra clase a los contenidos para comprenderlos. En estas opiniones se observa que asumieron responsabilidad e independencia frente al aprendizaje, lo cual se relaciona directamente al ACE, ya que el estudiante es el centro de atención y se busca generar autonomía en el estudio.

Siguiendo con el análisis del resto de las categorías, los estudiantes comentan que aparte de su voluntad y predisposición, también hace falta el profesor como guía para lograr interiorizarse mejor con los contenidos a través de las tareas de aprendizaje activo propuestas por el profesor. Esta característica de cómo juega el profesor en el ACE, es fundamental ya que el foco está puesto en el aprendizaje del estudiante, mientras que el **profesor es el guía o “facilitador”** ya que, desde su conocimiento y experiencia, tanto de su papel de enseñante como de la disciplina que se trate, configura las estrategias y acciones necesarias para que los estudiantes construyan conocimientos. Algunos de los elementos que caracterizan al ACE en esta investigación son: Incremento en la responsabilidad del estudiante, refuerzo del sentido de autonomía del estudiante, Interdependencia del profesor y el estudiante. Figura pregunta 4.

5. ¿Qué comentarios o sugerencias puede hacerle al profesor sobre el trabajo desarrollado en el curso?

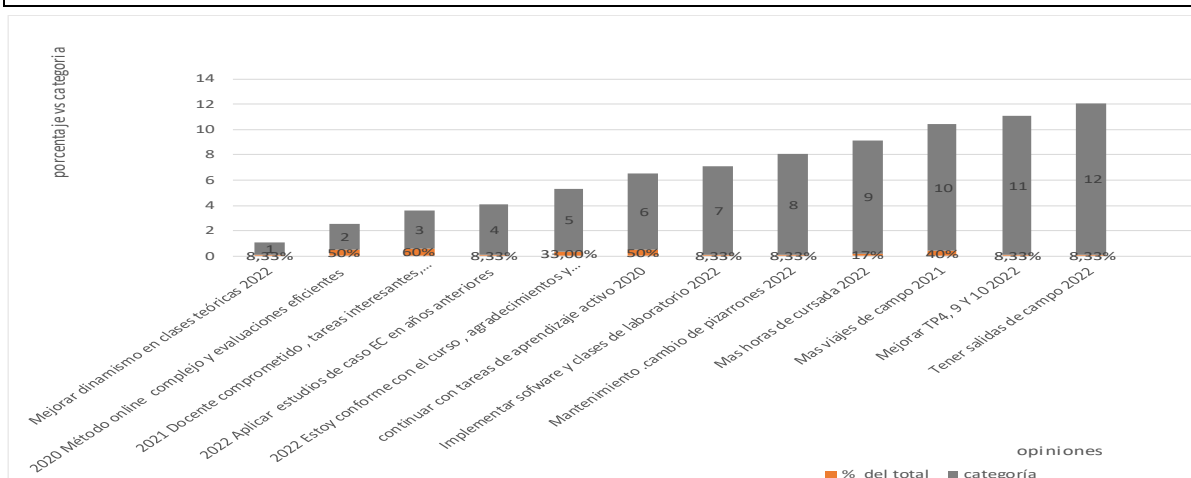


Gráfico 24

Por último, en el gráfico 24, se muestran los comentarios o sugerencias realizadas al profesor en relación a lo desarrollado en el curso. Aquí se observa que las categorías 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 12 se refieren a sugerencias de mejoras de los contenidos ofrecidos y tareas de aprendizaje activo implementadas. Respecto a la categoría 1 mencionan que el método online es más complejo que el presencial, pero esto fue obligatorio por la pandemia de covid mundial del año 2019. En la categoría 2 la recomendación es seguir con estas actividades ACE ya que les parecieron interesantes. La categoría 3 y 12 reclaman incluir viajes de campo, cuestión que depende más de los presupuestos asignados que de la predisposición de los profesores. En la categoría 5 proponen más horas de cursada, aspecto que se revisara en el próximo cambio de plan de la carrera, sin embargo, la tendencia es a reducir horas. La categoría 6 muestra la recomendación de aplicar más estudios de casos vinculados a los contenidos, mientras que en la categoría 7 recomiendan mejorar los trabajos prácticos, dos aspectos estos que son altamente viables y posibles de aplicar para próximas cohortes. En la categoría 8 sugieren implementar software que vinculen los contenidos prácticos con simulaciones por computadora, algo que se relaciona también a cuestiones presupuestarias. La categoría 9 propone mejorar el dinamismo de las clases teóricas, lo cual distingue a lo sucedido en las clases prácticas que es en el espacio en el cual se aplicaron las actividades ACE. La categoría 11 se relaciona a proponer mejoras en el mobiliario de aula, aspecto ajeno al trabajo del equipo docente. Por último, las categorías 4 y 10: resaltan al docente comprometido con las tareas propuestas muy interesantes, y destacan la conformidad con el contenido dictado del curso. Figura pregunta 5.

En resumen, en la encuesta final, agrupando las categorías del mismo tipo de los tres años de las cohortes 2020, 2021 y 2022, siendo un total de 19 estudiantes encuestados, se expresan los resultados promedios de las categorías en el gráfico 25.

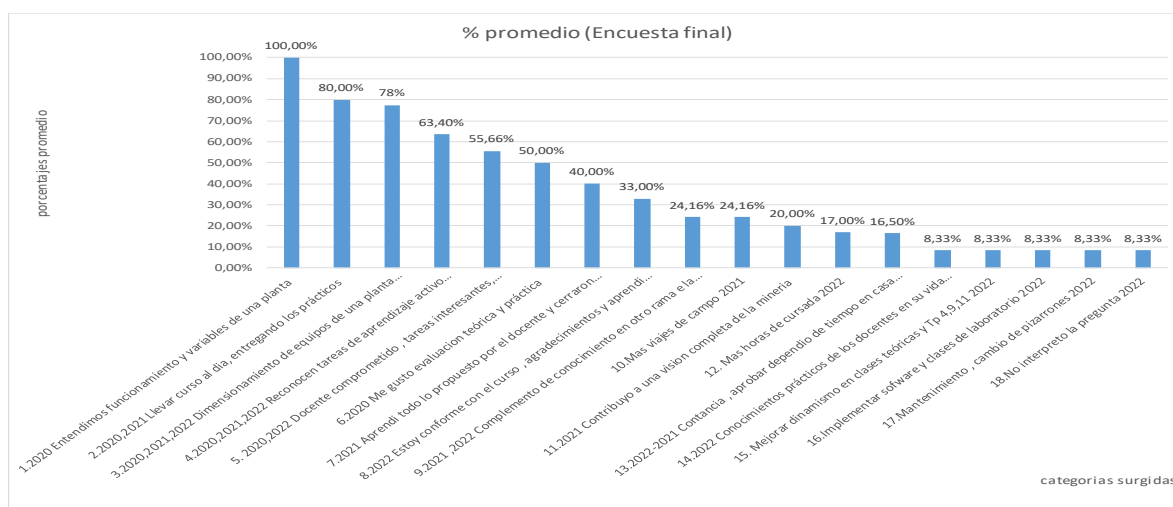


Gráfico 25

En el gráfico 25 se representan las categorías surgidas en base a la opinión de cada encuestado, las mismas se agruparon por tipo, se promediaron con porcentajes de las cohortes que intervinieron y se ordenaron de mayor a menor para observar la importancia de cada una. Se puede apreciar que surgieron 18 categorías en total de las cuales la más representativa es la categoría 1 con 100%, indicando que se involucraron con los contenidos y aprendieron respeto al objetivo de la materia Planta de Tratamiento de Minerales. En segundo lugar, la categoría 2 con 80% de incidencia en la cual se ve la autonomía del estudiante resaltado como una de las características del ACE. Luego la categoría 3 con 78% de importancia, indicando que los estudiantes recibieron el aprendizaje de los contenidos y se cumplió con los objetivos de la materia. Siguiendo en la descripción la categoría 4 con 63,40% para todas las cohortes (2020, 2021,2022) reconocen tareas de aprendizaje activo como (EC, ABP, ABP, PDC, D etc.). Además, la categoría 5 con 55,66% destaca el compromiso del docente en la aplicación de estas actividades de aprendizaje activo, destacado en el ACE profesor guía comprometido. Por último, la categoría 6 con un 50% para año 2020 que resalta que les gusto la evaluación mixta propuesta (práctica con teoría). Así se trabajó con los porcentajes de las respuestas hasta llegar a la de menor incidencia que fue categoría 18 con 8,33 % para año 2022 con el nombre no interpreto la pregunta.

Para entender y contrastar gráficamente con el gráfico 25 se presenta tabla N°5 donde se expresa el orden de categorías de mayor a menor, el nombre de la categoría completa y el porcentaje promedio de cada una.

orden de categoría	categorías encuesta final	% promedio encuesta final
1	1.2020 Entendimos funcionamiento y variables de una planta	100,00%
2	2.2020,2021 Llevar curso al día, entregando los prácticos	80,00%
3	3.2020,2021,2022 Dimensionamiento de equipos de una planta de tratamiento de minerales , el docente de practicas despertó en mi <b>motivación y ganas de cursarla.</b>	78%
4	4.2020,2021,2022 Reconocen tareas de aprendizaje activo distintas a las tradicionales ( EC, ABP, EBP, PDC, D) ETC	63,40%
5	5. 2020,2022 Docente comprometido , tareas interesantes, completas y entretenidas	55,66%
6	6.2020 Me gusto evaluacion teórica y práctica	50,00%
7	7.2021 Aprendi todo lo propuesto por el docente y cerraron conceptos de otras materias anteriores ( aprendizaje significativo), y ademas de mis errores	40,00%
8	8.2022 Estoy conforme con el curso , agradecimientos y aprendi mucho	33,00%
9	9.2021 ,2022 Complemento de conocimiento en otro rama e la carrera 2021,2022	24,16%
10	10.2021 Mas viajes de campo	24,16%
11	11. 2021 Contribuyo a una vision completa de la mineria	20,00%
12	12.2022 Mas horas de cursada	17,00%
13	13.2022-2021 Contancia , aprobar dependio de tiempo en casa y cursada	16,50%
14	14.2022 Conocimientos prácticos de los docentes en su vida profesional	8,33%
15	15. 2022 Mejorar dinamismo en clases teóricas y Tp 4,9,11	8,33%
16	16.2022 Implementar software y clases de laboratorio	8,33%
17	17.2022 Mantenimiento , cambio de pizarrones	8,33%
18	18.2022 No interpreto la pregunta	8,33%

Tabla N° 6: Tabla de análisis encuesta final resumen.

Del análisis de la tabla 6 surgen las siguientes consideraciones:

- Los estudiantes cumplieron sus expectativas respecto a los contenidos que querían aprender, lo cual afirma que se alcanzaron los objetivos de la Materia Planta de Tratamiento de Minerales.
- Los estudiantes alcanzaron autonomía frente al estudio de los contenidos de la materia, aspecto central en las características que promueve el ACE.
- Los estudiantes asumieron de buena manera las tareas propuestas y se generó aprendizaje activo y significativo al afirmar que alcanzaron una visión completa de la minería. Aprendizaje activo y significativo son dos características que promueven altamente las estrategias de ACE.
- Los estudiantes sintieron la presencia de los profesores como apoyo académico, cuestión resaltada como característica ACE a través de la figura de profesor guía.
- Los estudiantes resaltaron la forma de evaluación, distinta a la tradicionalmente aplicada en la carrera. La evaluación formativa es propia del modelo ACE.

#### **4. C LAS ACTIVIDADES ACE EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MINAS**

##### **4. C.1 Las actividades ACE con mayor y menor aceptación**

Hacia la finalización del cursado de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, se pidió a los estudiantes que completaran la **encuesta actividades ACE** (anexo 12), en la cual los estudiantes, bajo una selección de 4 posibilidades: MB (Muy bueno), B (Bueno), R (Regular) y M (Malo), manifestaron el grado de satisfacción que tuvieron respecto a las tareas ACE propuestas en el espacio de los trabajos prácticos de la asignatura. La encuesta se aplicó a las cohortes 2020 virtual (con 2 alumnos participantes) y para la cohorte 2022 presencial (con 12 alumnos participantes); para cohorte 2021 virtual (con 5 alumnos en total) no se aplicó por problemas de conectividad de los estudiantes.

En los siguientes gráficos y tablas se muestra el análisis haciendo una comparativa del porcentaje de aceptación para las cohortes mencionadas, para las cuatro posibilidades dadas por cada actividad. Los porcentajes para una misma actividad ACE darán en suma el 100 % entre lo representado en MB, B y R, M. Ningún estudiante eligió la opción Malo.

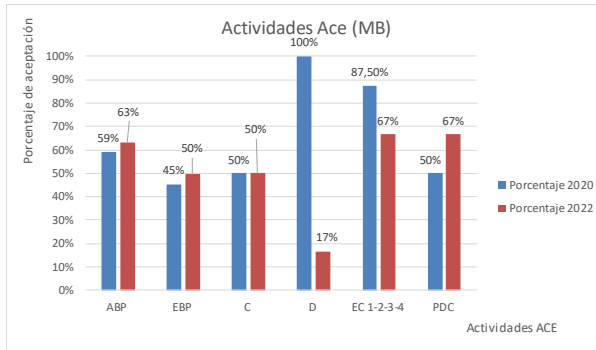


Gráfico 26 (Actividades ACE-MB)

MB (Muy Bueno) valor promedio		
orden	actividad	promedio %
1	EC 1-2-3-4	77,08%
2	ABP	61,22%
3	D	58,33%
4	PDC	58,33%
5	C	50,00%
6	EBP	47,54%

Tabla 7 (Valor promedio actividades ACE-MB)

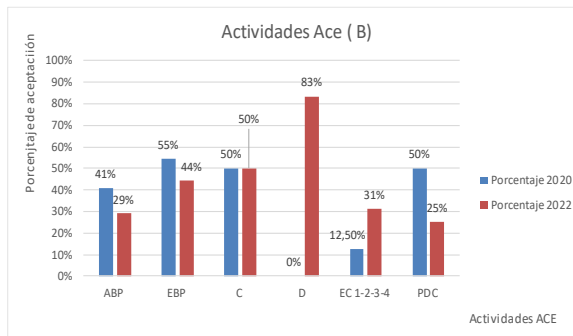


Gráfico 27 (Actividades ACE-B)

B (Bueno) valor promedio		
orden	actividad	promedio %
1	C	50,00%
2	EBP	49,41%
3	D	41,67%
4	PDC	37,50%
5	ABP	34,96%
6	EC 1-2-3-4	21,88%

Tabla 8 (valor promedio de actividades ACE-B)

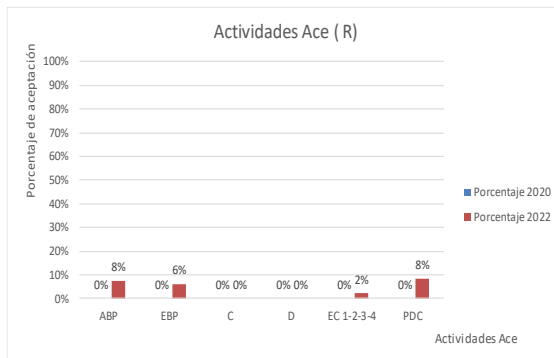


Gráfico 28 (Actividades ACE-R)

R (Regular) valor promedio		
orden	actividad	promedio %
1	PDC	4%
2	ABP	4%
3	EBP	3%
4	EC 1-2-3-4	1%
5	C	0%
6	D	0%

Tabla 9 (valor absoluto ACE-R)

Para este análisis y en base a las tablas N° 7, 8 y 9 de este apartado, es posible decir que las actividades ACE tuvieron aceptación. En los Gráficos N° 26, 27 y 28 la suma para una misma categoría de tareas de aprendizaje activo de cada cohorte entre MB, B Y R, dará el 100 % mediante redondeo, no así para las tablas respecto a valores promedio de cohortes expuestas anteriormente que están tomadas con dos decimales.

Desde el punto de vista **MB (muy bueno)** fueron en valor promedio para cohortes 2020 y 2022: 1) EC (Estudio de caso) con 77,08% de aceptación; luego le sigue 2) ABP (Aprendizaje basado en problemas) con 61,22%; posteriormente en orden de importancia le sigue D (Debate) y PDC (Pensar-dialogar-compartir) con 58.33%; por último. C (Co-

evaluación) con un 50 % de aceptación. En relación a las actividades ACE, que tuvieron una aceptación **B (Buena)**, en valor promedio citamos en primer lugar C (Coevaluación) con 50% de aceptación.

Siguen en orden descendente: ABP (Aprendizaje basado en problemas) 49,41%, D (Debate) 41,67%, PDC (pensar-dialogar-compartir) 37,50%, ABP (Aprendizaje basado en problemas) 34,96% promedio y por último el EC (Estudio de caso) 21,88%. Luego aquellas que tuvieron una aceptación R (regular) fueron en valor promedio, en primer lugar, PDC (pensar-dialogar-compartir) con un 4%, ABP (Aprendizaje basado en problemas) con 4%, EBP (Enseñanza basada en preguntas) con 3%, EC (Estudio de caso) con 1%.

#### 4. C.2 Expectativas de estudiantes en base a entrevistas para actividades ACE:

También las actividades ACE fueron analizadas desde otra perspectiva a través de otro instrumento de recolección de datos las entrevistas según anexo 13, donde se realizó una entrevista grupal a la cohorte 2020 virtual vía Online con dos integrantes entrevistados y otra a la cohorte 2022 presencial, con seis entrevistados, a la cohorte 2021 virtual no se realizó debido a problemas de conectividad ya aclarado anteriormente. La entrevista consistió en 6 preguntas para ambos grupos entrevistados en forma global a continuación en tabla 9 y 10 se describe la respuesta para cada pregunta de las entrevistas transcritas donde surgen las categorías descriptivas que se detallan a continuación:

Entrevista procesamiento año 2020		Cantidad de entrevistados : 2 estudiantes
Nro	pregunta	categoria descriptiva surgida ( Resumen )
1	¿Cómo les resultó la experiencia ACE, en relación a las clases tradicionales?	1.Reconocen tareas de aprendizaje activo según metodología ACE ( EBP , EC, D, trabajos cooperativos) distintas a clases tradicionales
2	¿Cuáles de las actividades didácticas planteadas en el curso les resultaron más potentes para comprender mejor los temas que se trataron?	2.Respecto a las actividades destacan tareas de aprendizaje activo , 1) D(Debate), 2 )C(Coevaluacion),3) EC (estudios de caso ) que nos da dimension de un proyecto real .
3	¿Cuáles de las actividades didácticas recomendarían que continúen y cuáles no o bien tendrían que tener un cambio y porque razón?	3.El cuestionario de teoría ( EBP enseñanza basada en preguntas) , mejorara la dinamica , de las otras actividades propuestas no sacaríamos ninguna
4	¿Cuáles de las actividades propuestas les gustaron particularmente más y porqué y cuáles ven aplicable a la materia en sí, también cuáles pueden ser aplicables a la carrera en general?	4.Todas las actividades propuestas de aprendizaje activo , menos la EBP , que se debería mejorar dinamica de dictado.
5	¿Con cuáles de las actividades ACE, se vincularon mejor y porque, en cuales vieron más presencia de contenidos o bien que se pudieron apropiar mejor del contenido?	5.Las actividades con la que nos vinculamos son PDC ( Pensar , dialogar, compartir), luego , ABP ( Aprendizaje basado en problemas), EC (Estudio de casos)
6	¿En cuáles de las actividades didácticas se sintieron más cómodos para trabajar?	6.Las actividades fueron C ) Coevaluacion y D( Debate)

Tabla 10 (categorías descriptivas surgidas entrevista año 2020)



Entrevista procesamiento año 2022		Cantidad de entrevistados : 6 estudiantes
Nro	pregunta	categoria descriptiva surgida ( Resumen )
1	¿Cómo les resulto la experiencia ACE, en relación a las clases tradicionales?	1.Nos gusto el parcial grupal ( Trabajo colaborativo) con el estudio de caso ( EC), tuvimos que renegar mucho mas y se aprende mas , al exponer vamos corrigiendo en el momento , distinto a un parcial tradicional donde se ve la nota y listo .Tambien El PDC ( Pensar , dialogar , compartir) y la C( Coevaluación)
2	¿Cuáles de las actividades didácticas planteadas en el curso les resultaron más potentes para comprender mejor los temas que se trataron?	2.Nos gusto EC ( Estudio de caso) nos enseña a vincular todo e investigar y ABP( Aprendizaje basado en problemas ).El ACE nos da libertad de actuar y el acompañamiento del docente de práctica fue importante .( Profesor guia).
3	¿Cuáles de las actividades didácticas recomendarían que continúen y cuales no o bien tendrían que tener un cambio y porque razón?	3.La verdad todas estuvieron su parte enriquecedora.
4	¿Cuáles de las actividades propuestas les gustaron particularmente más y porque y cuales ven aplicable a la materia en sí, también cuales pueden ser aplicables a la carrera en general?	4.Recomendamos aplicar el ABP( aprendizaje basado en problemas) en el resto de las materias de la carrera con ayuda del docente . Tambien el EC ( Estudio de caso), hasta en una tesis final se puede aplicara porque vincula todo
5	¿Con cuáles de las actividades ACE, se vincularon mejor y porque, en cuales vieron más presencia de contenidos o bien que se pudieron apropiar mejor del contenido?	5.El EC ( Estudio de caso grupal ), porque debatimos entre todos y tomamos decisiones en conjunto
6	¿En cuáles de las actividades didácticas se sintieron más cómodos para trabajar?	6.El EC ( Estudio de caso grupal ), porque nos vincula entre otras cosas la teoría con la práctica , si teniamos una duda nos ibamos a la diapositiva de teoria para consultar . La teoría muy ordenada por unidad y tema

Tabla 11(categorías descriptivas surgidas entrevista año 2022)

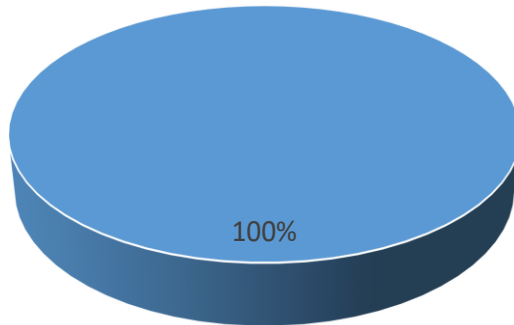
#### 4. C.3 Evaluación final elegida por los estudiantes

Aquí se aplicó una encuesta sobre el método que seleccionaron los estudiantes para ser evaluados en el examen final de la Asignatura Planta de tratamiento de Minerales (anexo 16) donde les propusieron estrategias para salir de la evaluación tipo sumativa tradicional y tener otra alternativa la evaluación tipo Formativa a través de un proyecto (APP aprendizaje por proyecto), muy propicia para evaluar contenidos ACE, de la materia en cuestión. En anexo 16 A se adjunta una encuesta completa con lo que expresa uno de los 5 estudiantes elegidos al azar que rindieron en el periodo 2022.

##### Análisis de la información de encuesta de evaluación examen final:

Respecto a dicha encuesta se realizó a todos los estudiantes que rindieron examen final de la materia Planta de tratamiento de minerales para el año 2022, los cuales fueron 5 estudiantes que cursaron la materia entre los años 2021(2 estudiantes uno sexo masculino y otra de sexo femenino) y 2022 (3 estudiantes, dos de sexo masculino y una de sexo femenino), la encuesta fue referida a tres preguntas según anexo 16 en los cuales y en base a sus respuestas se expresan los resultados a partir de los gráficos 26, 27, 28. A continuación se adjunta gráfico 26:

1) ¿Qué sistema de evaluación final eligió para rendir la materia?



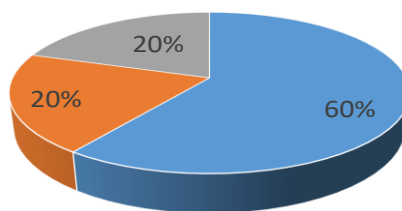
■ 1. EPP (Evaluación por proyectos) Evaluación de tipo formativa

Gráfico 26

Según gráfico 26 y para pregunta 1, se puede evidenciar que todos los estudiantes eligieron en método de examen por proyecto como una única categoría con el 100 %, saliendo de la evaluación tradicional y apostando a una nueva metodología evaluativa en relación a cómo los evalúan en el resto de la carrera de ingeniería en minas en las que las evaluaciones son netamente sumativas.

En relación a porqué eligieron este método evaluativo dan su punto de vista en gráfico 27 que a continuación se adjunta:

2) ¿En base a selección anterior pregunta N°1, describa porque eligió ese sistema evaluativo?



- 1. Evaluación con casos reales, toma de decisión, uso de ingenio e integración de temas e investigación.
- 2. La evaluación fue más educativa y salió de lo tradicional
- 3. La evaluación fue de preferencia en la práctica más que de la teoría.

Gráfico 27

Analizando este gráfico 27, en base a pregunta 2 descripta, se observó que surgen 3 categorías bien definidas la primera categoría 1, la integra con un 60 % evaluación de casos reales, toma de decisión, uso de ingenio e integración de temas e investigación, todas cuestiones relacionadas al aprendizaje activo que propone en ACE. Posteriormente se ubica la categoría 2 con un 20 % que expresa que esta evaluación por proyectos (EPP), es más efectiva y sale el estudiante de lo tradicional, marcando una gran diferencia entre esta evaluación y la que acostumbran a rendir en el resto de las materias de la carrera. Por último, en la categoría 3 con el 20 % restante para totalizar el 100 % remarcan que esta evaluación destaca la preferencia de los alumnos por la práctica más que la teoría, en realidad la teoría en evaluación por proyectos (EPP), se relaciona con la práctica no quedando aislados los conceptos teóricos ni tampoco expuestos de memoria, comparado con métodos tradicionales de evaluación donde los conceptos luego de rendidos se volatilizan. Por último, se analizará gráfico 28, según pregunta 3 que se adjunta a continuación:

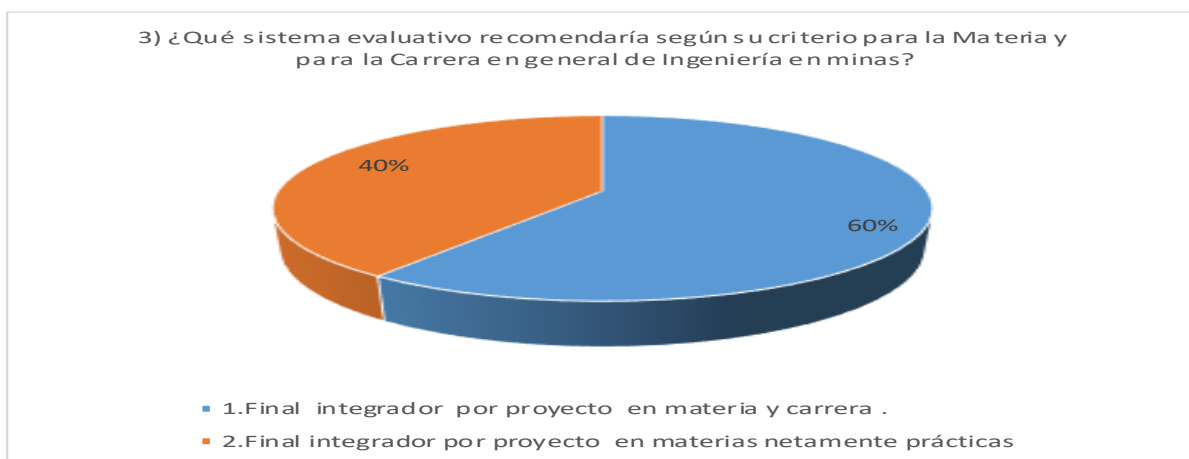


Gráfico 28

En base a gráfico 28 analizando respuestas, surgen dos categorías bien definidas, en la categoría 1 con un 60 % expresan los estudiantes que recomiendan este sistema evaluativo por proyectos (EPP), para la materia en cuestión y además el resto de la carrera. Respecto a la categoría 2, los estudiantes recomiendan que se aplique este método evaluativo en materias con contenidos netamente prácticos, aquí se refieren a que dicha materia se relaciona a métodos netamente de dimensionamiento a través de cálculos y se hace énfasis de la teoría en la práctica. En la tabla 12 se adjuntan las categorías surgidas en forma de resumen ordenadas de mayor a menor en función a porcentaje interviniente de respuesta en cada pregunta

orden de categoría	categorías examen final	% encuesta examen final
1	1. EPP ( Evaluación por proyectos) Evaluación de tipo formativa	100,00%
2	2. Evaluación con casos reales , toma de decisión , uso de ingenio e integración de temas e investigación .	60%
3	3. Final integrador por proyecto en materia y carrera .	60%
4	4. Final integrador por proyecto en materias netamente prácticas	40%
5	5. La evaluación fue mas educativa y sali de lo tradicional	20%
6	6. La evaluación fue de preferencia en la práctica mas que de la teoría .	20%

Tabla N° 12: Tabla de análisis examen final resumen

## **Capítulo 5:**

### **CONCLUSIONES DEL TRABAJO**

Tal como se expresó en la introducción de este trabajo, a partir del año 2024 la carrera de Ingeniería en Minas de la FCFMyN de la UNSL, deberá ajustarse en el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas del plan de estudios al modelo ACE. Será supervisada esta situación por la auditoría del Ministerio de Educación de la Nación, cuyos miembros del jurado serán principalmente del CONFEDI.

Con esa medida a implementarse durante 2024, se presentan las conclusiones del presente trabajo de investigación para obtener el título en la Maestría de Educación Superior de la FCH-UNSL, denominado “Aprendizaje activo en estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Minas de la FCFMyN de la UNSL. Estrategias didácticas basadas en el Modelo ACE, recreadas para quinto año en la Materia Planta de Tratamiento de Minerales”.

**5. Como objetivo general**, este trabajo se propuso analizar la participación de los estudiantes durante una experiencia educativa que recrea el enfoque ACE en la Asignatura “Planta de Tratamiento de Minerales” de la carrera de Ingeniería en Minas dependiente de la FCFMyN de la UNSL durante el primer cuatrimestre de quinto año. Para alcanzar este propósito, se trabajó con tres cohortes de estudiantes en comisiones de trabajos prácticos aplicando actividades propias del enfoque ACE, utilizando diversidad de instrumentos para la recopilación de la información necesaria, y separando las etapas del trabajo por objetivos específicos.

El trabajo de investigación buscó por un lado expresar el estado de situación actual en relación a los modos en que se llevan adelante los aprendizajes de los estudiantes en la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL, focalizando en la participación, los contenidos y la evaluación; por otro lado, el trabajo pretendió analizar esos procesos de aprendizaje desde la recreación de estrategias del modelo Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) como contribución a los nuevos desafíos que la carrera debe proponerse. Así, la conclusión que se desarrolla a continuación se estructura en el estado de situación actual y en la propuesta de aprendizaje activo, cerrando con posibles nuevos desarrollos.

#### **5. A Estado de situación actual en relación a los aprendizajes de los estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL**

**5. A.1** Para el **objetivo específico 1**, relacionado a cómo se viene manifestando la participación de los estudiantes en el aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Minas, para ello se plantearon los siguientes instrumentos de recolección de la información los

cuales fueron a través de una encuesta, entrevista informales a alumnos de la carrera de ingeniería en minas que hoy son docentes de la carrera, recopilación de documentos, más mi opinión personal durante la cursada de las materias. A partir de lo recabado como opiniones, percepciones y opciones de los estudiantes con estos instrumentos, se concluye que en la carrera de Ingeniería en Minas las clases son de tipo tradicional, cumpliéndose los siguientes rasgos característicos: la metodología del docente para el dictado de clases es eminentemente expositiva y verbalista, con toma de apuntes por parte de los estudiantes, atentos a las explicaciones y directrices del profesor, escuchando, respondiendo o realizando la tarea indicada. Los estudiantes expresaron su aislamiento al trabajar solos en tareas de lectura, escritura y observación, sosteniendo la responsabilidad individual en el aprendizaje y la pasividad en la participación durante las clases. Consideraron el papel fundamental del profesor para definir la situación en clases, mediante el control del contenido y el orden de la clase. Según Alvarado (2017) el modelo de la Escuela Tradicional tiene desde el punto de vista curricular un carácter racionalista académico, en el cual se plantea que el objetivo esencial de la capacitación del hombre es que adquiera los instrumentos necesarios para desarrollarse en la sociedad. Este tipo de enseñanza es una educación sustentada en métodos y órdenes, teniendo como herramientas los siguientes factores:

- El docente es el centro del acontecer áulico.
- El docente transmite de forma acabada los conocimientos.
- Los objetivos que persigue la enseñanza es la transmisión de conocimientos desde el punto de vista descriptivo, asumiendo siempre la perspectiva del docente y no de los estudiantes.
- El rol asumido por el docente es paternalista, y el de los estudiantes es pasivo y receptivo.
- El aprendizaje buscado es de tipo memorístico.
- La evaluación planteada es de tipo sumativa con carácter reproductivista.

En relación al modo en que se presentan los contenidos en el aula, se concluye que el docente utiliza algún recurso tecnológico visual (presentaciones en computadora, y en menor medida videos), así como también la pizarra como elemento para copiar información que transcriben los estudiantes. Otro recurso utilizado son los textos (proporcionados por el profesor) que complementan la exposición oral. Se reafirma, de este modo, la predominancia del verbalismo de los docentes en la transmisión de contenidos, estrategia propia de un modelo pedagógico-didáctico tradicional.

Respecto a la perspectiva del contenido de las materias cursadas por los estudiantes, se concluye que tal como lo presentan los docentes se acomoda a lo justo y

necesario, con cierta abundancia de datos e informaciones. Es esperable que los estudiantes sepan eso del tema en cuestión. El posicionamiento asumido por los docentes frente al contenido es casi exclusivamente científico, esto es, sin incorporar otras visiones sobre los contenidos, tales como sociales, políticas, ambientales, etc. Fueron pocos estudiantes los que señalaron la incorporación de miradas problematizadoras sobre los contenidos, a partir de las necesidades del mundo actual. Según Gorodokin (2004) los contenidos en un modelo tradicional se presentan a través de una red de conceptos, representaciones, certezas y creencias que fundan la intervención docente, reafirmando al docente como la exclusiva palabra autorizada para presentar los contenidos, con carácter científicista. Desde los criterios de Alvarado (2017) el modelo de la Escuela Tradicional, el contenido de la enseñanza, en este caso universitaria, consiste en un “conjunto de conocimientos y valores sociales” que se transmiten a los alumnos como “verdades acabadas”. Es común que estos contenidos estén disociados de la experiencia cotidiana de los estudiantes en particular, y de las realidades sociales en general. Así, la Escuela Tradicional es llamada enciclopedista e intelectualista; ofreciendo una linealidad secuencial de los contenidos, que se expresa en los programas y sus partes, no expresando la interacción entre los temas que lo componen, dando un tratamiento aislado a cada tema.

Sobre la forma de evaluar los contenidos en las diversas asignaturas de la carrera de Ingeniería en Minas, quedó claro que se instrumentan evaluaciones de tipo sumativas al finalizar un periodo de temas dados en clase, algo característico de evaluaciones de enseñanza tradicional. El instrumento evaluativo utilizado comúnmente en la carrera, son los denominados “exámenes parciales”, a través de preguntas que remiten a los textos trabajados o a información ofrecida verbalmente por los docentes en sus clases, o resolución de problemas que reproducen situaciones planteadas con anterioridad en espacios de clase. Otra forma de estos “exámenes parciales”, suelen ser exposiciones orales en forma individual sobre temas dados por el docente. Es evidente que en los “exámenes parciales” se trabaja un modo reproductivista y memorístico del contenido.

Por su parte, las evaluaciones finales de las asignaturas se realizan a través de la exposición oral de un tema, generalmente con el formato “sacar bolilla” (unidad de contenido, temas, etc.) para exponer, una manera azarosa de obtener el tema a desarrollar, que fragmenta el contenido en partes y frecuentemente dificulta alcanzar una visión general y relacionar del programa puesto en juego en cada asignatura. Puede observarse también la realización de exámenes finales con preguntas hechas por el tribunal evaluador sobre los contenidos desarrollados en el programa y, en menor medida, como forma de evaluación final puede aparecer a lo largo de la carrera, el examen oral y escrito con resolución de problemas o casos.

Los rasgos planteados anteriormente concluyen en evidenciar un sistema evaluativo de tipo tradicional con características sumativas. Pons y Serrano (2012) plantean que este tipo de evaluaciones sumativas tanto para evaluaciones parciales como finales se aplican al término de una temática, o de un conjunto de actividades planteadas por el docente, con el fin de saber hasta qué punto y en qué grado los alumnos han realizado o no los aprendizajes que se pretendían. En este tipo de situaciones, por lo general las evaluaciones son escritas y se mide la capacidad de los alumnos al responder de la misma manera que lo haría un docente o resolviendo ejercicios de una manera mecánica, en términos procedimentales de una receta, definida con anterioridad.

En relación a los trabajos prácticos los estudiantes manifestaron realizar actividades individuales a lo largo de la carrera, marcando una tendencia típica dentro de las características de escuela de tipo tradicional. Sin embargo, indican asimismo que realizan también trabajos prácticos grupales, lo cual se condice con una característica de la carrera en la cual se destaca la realización de los trabajos de campo en forma grupal, los cuales se dan solamente en las materias específicas de la carrera Ingeniería en Minas, no así en las materias de servicios que brindan otros departamentos de la Facultad. Esto está indicando que lo grupal se asocia al trabajo de campo, mientras que en las tareas áulicas predomina lo individual. Aparecieron también en menor medida los trabajos de resolución de casos, permitiendo inferir que aquellos estudiantes que no eligieron esta opción en las indagaciones realizadas en este trabajo de investigación, realizan trabajos prácticos en los cuales simplemente hacen ejercicios tipo dados por el docente. Por último, como metodología de trabajos prácticos, también se mencionó el análisis de textos en clases, en una pequeña fracción de tiempo, aunque mayoritariamente los estudiantes señalaron que no analizan textos en clases. Podemos concluir entonces en que el trabajo individual es lo predominante, otro rasgo asociado a la escuela de tipo tradicional, y que, según Sánchez y Salinas (2015), esta situación se da así porque la supremacía la lleva la lógica y la ciencia, apoyada en la psicología conductista en la elaboración de objetivos de aprendizaje, que buscan el desarrollo de habilidades y capacidades establecidas de forma externa al quehacer docente.

La relación docente – estudiantes es valorada positivamente por los estudiantes partícipes de esta investigación, ya que consideran que hay posibilidad de diálogo y escucha de los estudiantes. Las respuestas ofrecidas por los estudiantes evidencian cercanía con sus docentes, aunque entre compañeros la relación esté marcada fuertemente por el trabajo individual y falta de interacción cooperativa. Esa relación de cercanía entre estudiantes y docentes no se corresponde con las características que identifican al modelo tradicional; según Sánchez y Salinas (2015), las características de la



escuela tradicional son el verticalismo y el autoritarismo, sin una mirada afectiva hacia el alumno. En el análisis de esta investigación resaltó lo contrario, debido a que los cursos en los últimos años de la carrera de Ingeniería en Minas no son numerosos generalmente no supera los (diez estudiantes como máximo), lo que conlleva cercanía afectiva en la relación del docente con sus estudiantes.

Respecto al posicionamiento de los estudiantes frente a las materias o las clases durante la carrera, se pudo apreciar que el posicionamiento que toman durante el dictado de las clases de las distintas materias que conforman el plan de estudios indica a la actividad “toma de apuntes” como la preponderante, con la posibilidad de participar en clases escuchando y preguntando a los profesores, especialmente para pedir aclaraciones sobre dudas surgidas durante las clases. Es interesante destacar que los estudiantes no consideraron el intercambio de ideas en clase con sus profesores como una práctica frecuente, por lo cual se puede interpretar que la participación en clase es más desde la escucha al profesor, utilizando la pregunta para solicitar explicaciones ante dudas sobre los temas que se tratan y no de un intercambio de discusión académica. Es importante señalar, por otro lado, en un alto porcentaje que expresa que se relaciona con sus compañeros de buena forma, lo cual seguramente se sustenta en el poco número de estudiantes por curso con una relación personalizada y de conocimiento del otro de modo más profundo que si el grupo-clase fuera más numeroso.

En el desarrollo de la primera parte de la investigación, resultaron llamativas algunas respuestas señaladas por los estudiantes al indicar que piden y asisten a consultas extra clase y se perciben con una actitud investigativa y de curiosidad frente al conocimiento. En preguntas anteriores, esos mismos estudiantes, marcaron opciones que indican la presencia del verbalismo docente en las clases, el individualismo en la realización de tareas, la participación en clases para pedir aclaraciones de tipo formal, entre otras, las cuales señalan una manera de relacionarse con el conocimiento desde perspectivas tradicionales. Evans (1983) académico inglés, acuñó el concepto de aprendizaje activo, “para aludir al aprendizaje logrado por medio de una reflexión sobre la experiencia, y postuló que el aprendizaje se alcanza enfocándose en los problemas en un contexto social” (Cukierman, 2018: 32). Resulta de lo expuesto, la aparición de una contradicción, que se manifiesta como interesante para proponer otra forma de trabajo que potencie e incentive los deseos de los estudiantes frente al proceso formativo de un Ingeniero en Minas.

En la segunda etapa respecto a **recopilación de documentos** relacionados a los planes de carrera de Ingeniería en Minas desde sus inicios hasta la actualidad, y tomando como referencia lo expresado por ex alumnos, que hoy son docentes de la UNSL en el

Departamento de Minería, sumándose también la propia experiencia personal del autor de esta investigación, al haber sido estudiante y hoy docente, se concluye que por más que se cambiaron los planes de estudio y algunos de los contenidos en los diferentes planes, la forma de dictado y evaluación respondió siempre a las características de escuela de tipo tradicional. Siguiendo a Alvarado (2017) el modelo de la Escuela Tradicional tiene desde el punto de vista curricular un carácter racionalista académico, en el cual se plantea que el objetivo esencial de la capacitación del hombre es que adquiera los instrumentos necesarios para desarrollarse en la sociedad. En este tipo de desarrollo curricular se busca potenciar el pensamiento teórico de los estudiantes a través de la presentación de un gran volumen de información; esa información es la acumulada a través de estudios continuos y sucesivos que desarrollan los especialistas del campo académico en cuestión, y se ofrece como un sistema de conocimientos científicos acabado.

## **5. B. El aprendizaje activo en estudiantes de la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL**

**5. B.1** Tomando el **objetivo específico 3** asociado a examinar la participación de los estudiantes en la construcción de los contenidos abordados en la experiencia ACE, en la materia Planta de Tratamiento de Minerales, en la cual se llevó adelante la recreación de actividades propias del modelo ACE, se analizaron en tres momentos: al inicio para indagar que pretendían, en forma intermedia ya habiendo aplicado parte de las estrategias didácticas y al final del dictado de la materia. Es posible concluir que:

- En el estudio inicial, los estudiantes expresaron que para involucrarse con los contenidos dependía mucho del esfuerzo propio, del estudio y de la disposición de los profesores para acompañarlos en el proceso de adquirir el conocimiento.

- Los estudiantes advirtieron que la materia Planta de Tratamiento de Minerales es una asignatura fundamental para aprender los conceptos de dimensionamientos de equipos, lo cual resultó de importancia para el profesor al momento de pensar y elegir las actividades ACE de la materia a través de las estrategias didácticas que se aplicaron. Como se expresó en el análisis de la información, contar con estudiantes que vean la importancia del contenido es, junto al reconocimiento de la necesidad del esfuerzo propio para alcanzar la construcción de conocimientos, una combinación altamente potenciadora de las propuestas propias del modelo constructivista que esta investigación busca resaltar. Tal como dice Ormrod (2003), el aprendizaje se alcanza al construir conocimientos desde la propia experiencia, desde el propio esfuerzo. Así, desde esta expectativa inicial, en esta investigación se seleccionaron algunas **estrategias didácticas**, con miras a lograr en los estudiantes un aprendizaje activo: ABP (Aprendizaje basado en problemas), EBP

(Enseñanza basada en preguntas), EC (Estudio de caso), P-D-C (Pensar – dialogar-compartir), D (Debate), C (Co-evaluación).

- A partir del estudio intermedio de análisis ya habiendo aplicado algunas de las estrategias didácticas seleccionadas, es posible decir que los estudiantes reconocieron, en el desarrollo de los contenidos, tareas de aprendizaje activo. En esta investigación interesa centrar la mirada en el denominado *aprendizaje activo* autodirigido y reflexivo, el cual supone necesariamente alejarse de un modelo educativo tradicional que se asienta sobre valores tales como la disciplina y la obediencia, y acercarse a un modelo constructivista centrado en la reflexión y enfocado en los problemas del contexto social (Evans, 1983). Los estudiantes también, en este orden relevante de importancia, destacaron en el momento intermedio de la experiencia, el aprendizaje significativo, que une los contenidos de otras materias cursadas anteriormente por los estudiantes con contenidos actuales de las actividades de aprendizaje activo propuesta según el ACE para la asignatura Planta de Tratamiento de Minerales. Según (Moreira, 1997), el aprendizaje significativo involucra un proceso a través del cual una nueva información, en este caso referida a una planta de tratamiento de minerales, se relaciona de manera no literal, es decir, no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende. Por último, en el estudio intermedio, los estudiantes expresaron que a partir del contenido abordado en las actividades ACE planteadas, iban alcanzado un aprendizaje óptimo, relacionado con tareas interesantes en relación a dimensionamiento de equipos de procesamiento de mineral y una interacción del aprendizaje activo con toma de decisiones, cuestión fundamental para el Ingeniero en Minas como futuro profesional.
- Del análisis del estudio final en relación a los contenidos es posible concluir que los estudiantes cumplieron sus expectativas respecto a aquello que querían aprender, lo cual afirma que se alcanzaron los objetivos de la materia Planta de Tratamiento de Minerales con un alto nivel de participación. Los estudiantes alcanzaron autonomía frente al estudio de los contenidos de la materia, aspecto central en las características que promueve el ACE; asumieron de buena manera las tareas propuestas y se generó aprendizaje activo y significativo al afirmar que alcanzaron una visión completa de la minería, tipo de aprendizaje promovido a través de las estrategias de ACE; sintieron la presencia de los profesores como apoyo académico, cuestión resaltada como característica ACE a través de la figura de profesor guía; y resaltaron la forma de evaluación, distinta a la tradicionalmente aplicada en la carrera. La evaluación formativa es propia del modelo ACE.

**5. B.2** Respecto al **objetivo específico 2** relacionado a la participación de los estudiantes

a partir del empleo de *estrategias didácticas* desde la experiencia ACE, es posible concluir que dichas estrategias tuvieron muy buena aceptación por parte del estudiantado. Tal como se ha señalado anteriormente, y siguiendo las ideas de Gimeno (1976) y bretones Roman (1996), la finalidad de la participación de estudiantes universitarios en el proceso educativo es colocar al alumno en una situación activa tal como lo sostiene el modelo pedagógico-didáctico constructivista y hacer que asuma su propio proceso de aprendizaje, con la mirada puesta en su futuro profesional.

En esta investigación, las actividades del modelo ACE que tuvieron más aceptación por parte de los estudiantes, y que evidenciaron una participación estudiantil altamente activa fueron:

1) Estudio de caso: los estudiantes destacaron su participación al realizar un examen parcial grupal, utilizando estudio de caso. Expresaron que tuvieron que elegir su propio equipo, investigar, repartirse la tarea para resolver el estudio de caso, juntarse en grupo, debatir, unificar criterios, tomar decisiones y posteriormente exponer los resultados. Al aplicar un examen parcial grupal hubo mucha participación y trabajo colaborativo. En este sentido, Cascales-Martínez (2016) y Simó (2016), señalan que el trabajo colaborativo o cooperativo es un método dinámico que fomenta la participación directa y activa de los estudiantes en la búsqueda de alternativas de solución a las contradicciones generadas en el proceso de aprendizaje; esta dinámica de trabajo en equipo favorece el aprendizaje significativo, las relaciones sociales, la comunicación, el aprendizaje autónomo, el desarrollo de habilidades de investigación y el fomento de valores humanos, aspectos centrales en la formación de un Ingeniero en Minas, pensando en su futuro desarrollo profesional.

2) Aprendizaje basado en problemas: para este tipo de actividad los estudiantes plantearon que hubo trabajo en equipo en algunos de los problemas planteados dando cuenta de una participación cooperativa, con la presencia destacada del profesor guía. Según las estrategias propias del ACE, el profesor guía ayuda en la solución de dudas surgidas en la resolución de los problemas. Es importante decir que los estudiantes participantes de esta investigación recomiendan aplicar el aprendizaje basado en problemas en otras materias, con presencia del profesor guía.

3) Debate y Pensar-dialogar-compartir: para estas actividades los estudiantes expresaron que hubo trabajo cooperativo en el intercambio de opiniones, posiciones, posibles decisiones, etc. Se resalta en la aplicación de estas actividades dos aspectos distintivos: otra disposición espacial de los bancos en el aula y, por consiguiente, de los estudiantes y el profesor; y la tarea de discusión y posterior defensa de los temas en forma oral, lo cual mejoró el léxico de los estudiantes a nivel técnico.

4) Coevaluación: en este caso, los estudiantes resaltaron el trabajo en equipo y el aprender del compañero, “aprender con otro”. En las recomendaciones de los especialistas en el modelo ACE, surge como necesidad la incorporación de a poco y en beneficio de los estudiantes, la evaluación como aprendizaje: son ellos mismos quienes se convierten en evaluadores, aplicando actividades tales como la autoevaluación o evaluación de pares. (Earl, citado en Cukierman, 2018).

5) Enseñanza basada en preguntas: los estudiantes expresaron que son necesarios los cuestionarios teóricos, combinados con la práctica para lograr un mejor aprendizaje porque de este modo terminan de cerrar los conceptos de un tema. Avanzaron un poco más en sus inquietudes, y sugirieron combinar los cuestionarios con otras actividades como el debate o el pensar-dialogar-compartir, para alcanzar una participación activa en clases. De este modo, se plantea otra perspectiva al dictado de las clases teóricas por parte del docente, hacia un camino de clases más dinámicas, en palabras de los propios estudiantes.

Los estudiantes de todas las cohortes destacaron el reconocimiento de tareas de aprendizaje activo propuestas por el docente con un alto nivel de participación, que fueron distintas en comparación a las clases tradicionales. Resaltan el dinamismo de las clases con el objetivo de aprender significativamente o bien mediante un aprendizaje óptimo. El dinamismo de las clases, según Knowels M. y H. (1962: 11), “se refiere a las fuerzas que actúan en cada grupo a lo largo de su existencia y que lo hacen comportarse como se comportan”. Estas fuerzas constituyen el aspecto emprendedor del grupo: movimiento, acción, cambio, interacción, reacción, transformación, creatividad.

**5.B.3 Respecto al objetivo específico 4** destinado a analizar la participación de los estudiantes en el *sistema de evaluación* para valorar el aprendizaje a partir de la experiencia ACE, se puede decir que antes de aplicar las estrategias didácticas ACE de aprendizaje activo en contenidos de la materia Planta de Tratamiento de Minerales, la evaluación de la materia era netamente sumativa, con evaluación parcial al finalizar cada etapa de una unidad, propia de una escuela de tipo tradicional, tal como definen este tipo de evaluaciones Pons y Serrano (2012). La aplicación de actividades ACE con evaluación de tipo formativa, fue destacada por los estudiantes al resaltar la forma de examen parcial grupal, a través del análisis de estudios de caso. Según Pons y Serrano (2012), en contraposición al concepto de evaluación sumativa, el ACE requiere de la incorporación de una evaluación para el aprendizaje de tipo formativa, que ocurre durante todo el proceso de enseñanza / aprendizaje y les permite a los docentes y estudiantes conocer cómo se lleva a cabo dicho proceso. Los estudiantes reconocieron también otros elementos de evaluación de tipo formativa como D (debate), PDC (pensar, dialogar, compartir) y C (co-

evaluación), pudiendo diferenciar claramente que son estrategias distintas a la evaluación tradicional y de tipo sumativa.

En relación a las evaluaciones finales siempre en la carrera de Minería en general, y en Planta de Tratamiento de Minerales en particular, fueron de tipo sumativas. Con la aplicación de formatos de evaluación propios de actividades del modelo ACE, los estudiantes desarrollaron exámenes a través de EPP (evaluación por proyectos), evaluación de tipo formativa. Destacaron que se relaciona a casos reales, que es más educativa que un sistema tradicional, que se hace más preferencia a la parte práctica y de transferencia de conocimientos, y que recomiendan este sistema para el resto de la carrera en materias de carácter práctico. Tal como señala Perrenoud (2000), los proyectos no son meros ejercicios de repetición, sino verdaderos problemas por resolver que conducen a la adquisición de habilidades y competencias. En consecuencia, se entiende una evaluación por proyectos, como una instancia de aprendizaje, significativa y compleja, en la cual todas las acciones invitan a los y las estudiantes a movilizar sus capacidades mediante el “pensar” y el “hacer”.

### **5. C. Desafíos futuros del Aprendizaje Activo en la carrera Ingeniería en Minas de la UNSL**

En la carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL se aproxima un nuevo plan de estudios, a implementar en marzo 2024, en el cual empezará a regir, y será auditado por el Ministerio de Educación de la Nación en diciembre de ese año, bajo la última normativa de CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) que a través del libro Rojo (2018), expresa la necesidad de iniciar el proceso que promueva y facilite la actualización profesional de los docentes de Ingeniería de todo el país en cuanto a su rol docente. Además, se insta a iniciar el proceso de preparación para una efectiva acreditación de las carreras de ingeniería en función del **nuevo estándar** en desarrollo. Todo inicia con el “Proyecto Estratégico Reforma Curricular de la Ingeniería Argentina” basado en:

- Afianzar el modelo de 5 años de duración y 3600 horas totales.
- Modelo en Base a Competencias
- Modelo de créditos

Dicho estándar expresa entre otras cosas que las materias en clases deberán dictarse y evaluarse bajo la instrucción ACE.

Para el caso de **materias con contenidos netamente teóricos** se recomienda que la teoría se combine con técnicas como el **AI (aprendizaje invertido)**, que según Cukierman (2018: 8) es pedirles a los alumnos que accedan a un material antes de la clase (ver un video, leer un documento, realizar una breve investigación o intentar resolver un

problema) para luego, cuando llegan al aula, hacer preguntas o debatir sobre el material al que accedieron previamente. Por lo tanto, los estudiantes previamente se interiorizarán sobre el tema y traerán planteadas sus opiniones, ideas y dudas, para luego en clases tratar el tema en forma grupal con el docente como guía. El docente podrá ofrecer también una combinación con otras actividades de aprendizaje activo tales como: el debate (D) o el PDC (Pensar, dialogar, compartir), para lograr una participación activa y cooperativa de los estudiantes, alejándose del concepto de una clase tradicional y exclusivamente expositiva, en la cual el docente habla con ayuda de un recurso tecnológico con pasividad del estudiante, que sólo escucha, anota y pregunta si hay dudas.

Para evaluar estas clases teóricas se sugiere una evaluación formativa aplicando co-evaluación (Trabajo entre Pares), más que una evaluación escrita (Tipo sumativa) con preguntas planteadas por el docente que generan monotonía y pasividad al estudiante. También se recomienda para evaluar contenidos dados en el cierre de clases con la actividad **OMP (One Minute Paper)**: esta actividad se aplica 5 minutos antes de terminar una clase teórica y consiste en que el docente les formula una pregunta en una hoja, como ¿Qué aprendí en esta clase? ¿Con qué dudas me quedo? Los estudiantes responden en un tiempo no mayor a 5 minutos. Esta herramienta se utiliza al término de una clase, como retroalimentación inmediata por parte de los estudiantes hacia los profesores en primera instancia y luego viceversa, porque entrega la oportunidad de saber qué están aprendiendo los estudiantes y qué temas les son más confusos. Según Morales Vallejo Pedro (2011), mencionado en Oscar Jerez .Y (2015: 30) esta actividad sirve para:

- Saber si nos entienden nuestros alumnos
- Mejorar el clima de la clase
- Organizar breves tareas grupales
- Evaluar otro tipo de actividades.

Para el caso de **materias con contenidos netamente prácticos**, se recomienda para la carrera Ingeniería en Minas que la evaluación sea formativa durante el dictado de la materia, a través de **EC (estudios de caso)**, que según Freeman (1994), mencionado en Oscar Jerez .Y (2015: 28), esta actividad permite:

- Facilitar instancias de discusión y análisis dentro del aula.
- Disponer de conocimientos generales para el aprendizaje, vinculados a la materia y mundo profesional.
- Promover la participación abierta e informada de los estudiantes, ya sea de manera autónoma o en grupo, anticipando y evaluando el impacto de las decisiones adoptadas.
- Mejorar habilidades intelectuales, de comunicación e interpersonales, de

organización y gestión personal, especialmente porque se centra en el razonamiento de los estudiantes, en su capacidad de estructurar el problema y el trabajo para lograr la solución.

- Estimular actitudes y valores del desarrollo profesional tales como autonomía y flexibilidad, y valores de compromiso personal como la responsabilidad o iniciativa.

Los estudiantes eligen el caso del tema, investigan, se plantean circunstancias o posibilidades, debaten entre ellos, deciden y posteriormente exponen en forma grupal la tarea, estimulando el trabajo cooperativo entre ellos. Además, tendrán que distribuirse los contenidos y la nota o calificación otorgada por el docente será compartida en base a la actuación de cada integrante del grupo.

Además, y como recomendación, para la evaluación final de una materia, en la instancia de examen como estudiante promocional o regular, se debe utilizar en el resto en la carrera de Ingeniería en Minas, el método **de EPP (Evaluación por proyectos)**, debido a que con esta metodología los estudiantes relacionan no solamente la teoría con la práctica de la materia en cuestión, si no también tienen la posibilidad de traer conceptos de materias anteriores correlativas, afianzando el aprendizaje significativo, siempre avalado con la presencia del profesor guía para respaldar cada situación de duda que se les plantee. Según el constructivismo el aprendizaje consiste en un proceso de apropiación personal del saber y el saber hacer, producto de la interacción de un sujeto con sus conocimientos previos y con nuevas informaciones que él obtiene de su entorno. “Los proyectos de evaluación formativa proponen esa interacción: parten de la indagación de lo que el estudiante sabe; el docente indaga pero también ofrece herramientas para que el estudiante clarifique por sí mismo su punto de partida; proporcionan tareas para acrecentar el conocimiento de forma activa; el docente media entre las tareas y la actividad del alumno, regulando esta actividad y también ofreciendo herramientas de autorregulación; hacen de la evaluación parte de la tarea de cada uno de los actores, pues la evaluación, como se ha visto, es un medio para favorecer y alcanzar el aprendizaje” (Atorresi y Ravela, 2009: 2).



## **Bibliografía:**

**Alfonzo, N. (2012).** *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos Cualitativos.* Publicación. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos93/tecnicas-e-instrumentos-recoleccion-datos-cualitativos/tecnicas-e-instrumentos-recoleccion-datos-cualitativos.shtml> .

**Alvarado, B. (2017).** *Secretaría de educación pública Universidad Pedagógica Nacional Ajusco (México). Licenciatura en Pedagogía. Tesis. La escuela tradicional y la escuela nueva “Análisis desde la Pedagogía crítica”.*

**Álvarez, C, Maroto, J. (2012).** *La elección de estudio en investigación Educativa.* UNIOVI (Universidad de Oviedo). Publicación. *Gaceta Antropológica*, recuperada de: <http://hdl.handle.net/10481/20644>

**Barron, T. (2015).** *Concepciones epistemológicas y práctica docente. Una revisión.* Publicación en REDU. *Revista de Docencia Universitaria*, enero - abril 2015, 13 (1), 35-56. Universidad autónoma nacional de México.

**Bretones, R (1996).** *Concepciones y prácticas de participación en el aula según los estudiantes de magisterio.* Tesis doctoral.

**Castillero, O (2000).** *Los 16 tipos de sentimientos y su función psicológica.* Artículo publicación recuperado de <https://psicologiyamente.com/psicologia/tipos-de-actitudes>

**Cifuentes Ramírez .M (2012).** *Sistematización de una experiencia educativa (Universidad Panamericana de Licenciatura en educación).* Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QjCiLh4QP0>

**CONFEDI (2005-2007).** *Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías.* Consejo federal de decanos de Ingeniería. Reunión plenaria.

**CONFEDI (2018).** *“Libro rojo de CONFEDI”, propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina.*

**Cukierman, U. (2018).** *Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería.* Publicación. Facultad Regional Buenos Aires – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina. Recuperado de [www.academia.edu/37040716/Aprendizaje\\_centrado\\_en\\_el\\_estudiante\\_un\\_enfoque\\_imprescindible\\_para\\_la\\_educacion\\_en\\_ingenieria](http://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_imprescindible_para_la_educacion_en_ingenieria)

**D’Onofrio, G. (2008).** *Fuentes de información para el análisis de los resultados e impactos de los programas de apoyo a la formación de posgrado en ciencias e Ingeniería en Iberoamérica. Proyecto. (Universidad de Buenos Aires y Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; Argentina) a requerimiento del Observatorio*

Iberoamericano de la Ciencia y de la Tecnología del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI).

Documento sobre los alcances de una experiencia educativa. Recuperado de [https://www.chubut.edu.ar/cpie/doc\\_alcances\\_exp\\_educ.pdf](https://www.chubut.edu.ar/cpie/doc_alcances_exp_educ.pdf)

**Educalink (2021).** Debate en clase: qué es, ventajas y por qué promoverlo. Recuperado de <https://www.educalinkapp.com/blog/debate-en-clase/>

**Espejo, R, sarmiento, R (2017).** Metodologías activas para el aprendizaje, manual de apoyo docente. Universidad Central. Santiago de Chile.

**Espinoza Freire, E. E. (2022).** El trabajo colaborativo en la enseñanza-aprendizaje de la Geografía. Revista Universidad y Sociedad, 14(2), 101-109.

**Espinoza Freire, E. E. (2022).** El trabajo colaborativo en la enseñanza-aprendizaje de la Geografía. Revista Universidad y Sociedad, 14(2), 101-109.

**Forni, P y Grande (2020).** Revista Mexicana de sociología 82 número 1 (enero- marzo 2020): 159:189. Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas.

**Gómez y otros (1999).** Metodología de la investigación cualitativa. Segunda edición. ISBN 84-87767-56-7.

**Gorodokin, I.C. (2004).** La formación docente y su relación con la epistemología .Revista Iberoamericana de educación (ISSN: 1681-5653).

**Hernández Flores, J. (2013).** Estrategias de aprendizaje centradas en el estudiante, un caso con alumnos de pedagogía. Tesis de maestría en desarrollo Educativo. UPN (Universidad Pedagógica Nacional) México.D.F.

**Hernandez, J. (2020).** Coevaluación que es y ejemplo de instrumento para implementarla. Recuperado de <https://docentesaldia.com/2019/12/08/coevaluacion-que-es-y-ejemplo-de-instrumento-para-implementarla/>

**Hernández, S y Mendoza (2008).** Métodos mixtos. Publicación de la escuela posgrado UNE. recuperado de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/15.pdf>

<https://es.slideshare.net/Irismagaliramires2/rol-del-investigador-110725213>

**Jerez, J.O. (2015).** Aprendizaje activo, diversidad e inclusión. Enfoque, metodologías y recomendaciones para su implementación. ISBN: N° 978-956-19-0888-8 1ª edición.

**Knowels M. H. (1962) P .11.** La dinámica de grupo.

**Lourdes Castillo. (2004-2005).** *Curso de análisis documental, publicación recuperado de <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>*

**Mamaqi, M, Miguel, J. (2014).** *Modelo de aprendizaje centrado en el estudiante. Enfoque cuantitativo mediante la aplicación de técnicas multivariantes.* Publicación. Universidad de Zaragoza. España. Recuperado de: [www.researchgate.net/publication/264038732\\_vii\\_el\\_modelo\\_de\\_aprendizaje\\_centrado\\_en\\_el\\_estudiante\\_un\\_enfoque\\_cuantitativo\\_mediante\\_la\\_aplicacion\\_de\\_tecnicas\\_multivariantes](http://www.researchgate.net/publication/264038732_vii_el_modelo_de_aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_cuantitativo_mediante_la_aplicacion_de_tecnicas_multivariantes)

**Moreno, E, Núñez, A. (2012).** *Diseños cualitativos de la Investigación – acción.* Publicación. Universidad de Yacambu. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mfn-122-00102v/investigacin-accin-14818688>

**Neuman, G, Quaranta, G. (2006).** *Los estudios de caso en la investigación sociológica.*

**Pacheco, A. (2018).** *Las prácticas de aprendizaje comprensivo de jóvenes estudiantes universitarios, acerca del devenir histórico de la Administración, a partir de la aplicación de una propuesta pedagógico-didáctica de Enseñanza para la Comprensión.* Tesis de maestría. UNSL (Universidad Nacional de San Luis).

**Panqueva, J. (2012).** *Algunas reflexiones en torno a los procesos de investigación social.* Tesis de maestría. Universidad de la gran Colombia.

**Pansza, M, Pérez, J, Moran, O. (1996).** *Escuela tradicional, nueva, tecnocrática y crítica.* México, Edit. Gernika sexta edición.

**Parra, M. (2003).** *Manual de estrategias de enseñanza/ aprendizaje.* SENA (Centro Metalmeccánico, Antioquia Colombia).

**Quiroz, J, Castillo. (2017).** *Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior.* *Revista Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 17, número 73 | enero-abril, 2017. Universidad de Santiago de Chile.

**Ramírez, J (2006).** *Notas acerca de Noción de experiencia educativa .*Revista recuperado de <https://revistas.idep.edu.co/index.php/educacion-y-ciudad/article/view/184>

**Ramírez, M. (2018).** *Rol del investigador.*

**Rodríguez, B, y Otros (2011).** *Como investigar cualitativamente. Entrevista y cuestionario.* Artículo, recuperado de <http://www.eumed.net/rev/cccss/11/bmfm.htm>

**Ruth Vieytes. (2004).** *Metodología de la investigación en organizaciones, Mercado y sociedad. Epistemología y técnicas.* Buenos Aires Editorial de las Ciencias ISBN: 987-202000-7-8.

**Sánchez Díaz, L, Salinas Nuño, G. (2015).** *Publicación. UVM (Universidad del valle de México)*

**Serrano, J, Pons, M. (2012).** *Hacia una evaluación constructivista de los aprendizajes escolares. Revista de evaluación educativa. Recuperado de <http://revalue.mx/revista/index.php/revalue/issue/current>*

**Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011).** *El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. Publicación, recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>*

**Sierra Gómez, H. (2013).** *El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Tesis de maestría en formación del profesorado de eso, bachillerato y ciclos formativos. Upna (Universidad pública de Navarra). España.*

**Silberman, M. (2006).** *101 estrategias para enseñar cualquier materia. Editorial Troquel ISBN 950-163085-4.*

**Sirvent, M.T. (1996).** *Sueños y realidades, síntesis del artículo de la autora en portugués. "Estilos participativos". Mimeo 1983.*

**Torres Muñoz, Alicia (2021).** *Las técnicas de grupo en la educación superior Ciencia e Ingeniería Neogranadina, núm. 10, julio, 2001, pp. 63-71 Universidad Militar Nueva Granada Bogotá, Colombia.*

**Universia. (2016).** *Descubre cuántos tipos de aprendizaje existen y cuáles son sus características. Publicación México.*

**Universidad de Colombia (2019).** *Facultad de Ingeniería en Minas y Metalúrgica recuperado de: <https://minas.medellin.unal.edu.co/formacion/pregrado/ingenieriademinas>*

**Velásquez, J. R. (2015).** *Notas acerca de la noción de experiencia educativa. Revista Educación Y Ciudad, (11), 119-136. <https://doi.org/10.36737/01230425.n11.184>*

**Wikipedia (2017).** *Aprendizaje centrado en el estudiante. Publicación, recuperado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aprendizaje centrado en el estudiante&oldid=103325000>*

**Wikipedia. (2018).** *Metodología activa, Proceso de evaluaciones. Publicación.*

## Anexo 1

### Encuesta sobre determinación de Enseñanza de tipo tradicional

#### ENCUESTA 1

**Destinatarios:** estudiantes avanzados de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL

**Objetivo:** Recabar información de los estudiantes en relación a aspectos del cursado de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL. La información obtenida será utilizada para la realización de la Tesis de Maestría en Educación Superior de la FCH-UNSL del Ing. Eduardo Romano.

Fecha: ..... Año que cursa: ..... Edad:  
..... Sexo: .....

**Marque con una cruz una a varias opciones** según lo considere necesario en base a cada pregunta.

- 1) A lo largo del proceso de formación en la carrera del Ingeniero en Minas ¿cuál ha sido la principal metodología utilizada por los docentes para llevar adelante sus clases?

	Exposición del docente y toma de apunte de los alumnos
	Lectura de textos en clases
	Intercambio de opiniones entre alumnos y docentes
	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma individual
	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma grupal
	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en forma extra-clase

	Otros
--	-------

2) ¿Cómo son presentados los contenidos por los docentes?

	En textos
	En videos
	En filminas o presentación vía computadora
	En forma oral utilizando la pizarra
	En forma oral sin utilizar la pizarra
	Otros

3) ¿Desde qué perspectiva cree usted que está planteado el contenido de las materias que cursó?

	Desde una perspectiva exclusivamente científica
	Desde una perspectiva problematizadora sobre las necesidades del mundo actual
	Desde una perspectiva que privilegia la visión del docente sobre un tema
	Desde una perspectiva que presenta diversidad de visiones sobre un tema
	Desde una perspectiva que privilegia la abundancia de datos e información
	Desde una perspectiva que privilegia la información justa y necesaria
	Otros

4) ¿Cómo son las evaluaciones parciales en la carrera de Ingeniería en Minas?

	Parciales escritos sobre temas dados en un período
	Parciales orales con exposición de temas
	Parciales con resolución de problemas o casos
	Parciales con preguntas para responder contenidos presentes en los textos y/o clases de los docentes
	Otros

5) ¿Cómo son las evaluaciones finales en la carrera de Ingeniería en Minas?

	Examen final sacando bolilla
	Examen final con preguntas sobre todo el programa
	Examen final a partir de la preparación de un tema
	Examen final escrito con preguntas
	Examen final oral o escrito con resolución de problemas o casos
	Otros

6) ¿Cómo son los trabajos prácticos en la carrera de Ingeniería en Minas?

	Trabajos prácticos individuales
	Trabajos prácticos grupales
	Trabajos prácticos para responder sobre un texto
	Trabajos prácticos para analizar varios textos
	Trabajos prácticos para resolver casos

	Trabajos prácticos de campo
	Trabajos prácticos para desarrollar propuestas
	Otros

7) ¿Cómo es la relación que plantean los profesores con sus estudiantes?

	Una relación distante
	Una relación cercana
	Una relación que promueve el diálogo, la participación y la escucha de los estudiantes
	Una relación que promueve las instancias grupales
	Una relación que se basa en la imposición de saberes de los docentes sobre los estudiantes
	Otros

8) ¿Cómo se posicionan los estudiantes frente a las materias o las clases durante la carrera?

	Participan en las clases escuchando y preguntando a los profesores
	Toman apuntes
	Piden aclaraciones sobre las dudas que surgen durante las clases
	Se relacionan de buena forma con sus compañeros
	No se relacionan entre compañeros
	Piden y asisten a consultas extra-clase
	Mantienen una actitud conformista frente al aprendizaje



	Manifiestan una actitud investigativa y de curiosidad frente al conocimiento
	Asisten a clases sólo para no perder el cursado de la materia
	Otros

**Anexo 1A Encuesta de enseñanza tradicional  
(Respuestas de estudiante de 4<sup>to</sup> año)**

*Alumnos (1)*

**ENCUESTA 1**  
**Destinatarios:** estudiantes avanzados de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL  
**Objetivo:** recabar información de los estudiantes en relación a aspectos del cursado de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL.  
 La información obtenida será utilizada para la realización de la Tesis de Maestría en Educación Superior de la FCH-UNSL del Ing. Eduardo Romano.

Fecha: 8/04/22 Año que cursa: 4<sup>to</sup> Edad: 27 Sexo: Femenino

Marque con una cruz una a varias opciones según lo considere necesario en base a cada pregunta.

1) A lo largo del proceso de formación en la carrera del Ingeniero en Minas ¿cuál ha sido la principal metodología utilizada por los docentes para llevar adelante sus clases?

<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición del docente y toma de apuntes de los alumnos
<input type="checkbox"/>	Lectura de textos en clases
<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambio de opiniones entre alumnos y docentes
<input checked="" type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma individual
<input type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma grupal
<input checked="" type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en forma extra-clase
<input type="checkbox"/>	Otros

2) ¿Cómo son presentados los contenidos por los docentes?

<input checked="" type="checkbox"/>	En textos
<input type="checkbox"/>	En videos
<input checked="" type="checkbox"/>	En filmillas o presentación vía computadora
<input checked="" type="checkbox"/>	En forma oral utilizando la pizarra
<input type="checkbox"/>	En forma oral sin utilizar la pizarra
<input type="checkbox"/>	Otros

3) ¿Desde qué perspectiva cree usted que está planteado el contenido de las materias que cursó?

<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva exclusivamente científica
<input checked="" type="checkbox"/>	Desde una perspectiva problematizadora sobre las necesidades del mundo actual
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la visión del docente sobre un tema
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que presenta diversidad de visiones sobre un tema
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la abundancia de datos e información
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la información justa y necesaria
<input type="checkbox"/>	Otros

4) ¿Cómo son las evaluaciones parciales en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales escritos sobre temas dados en un período
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales orales con exposición de temas
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales con resolución de problemas o casos
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales con preguntas para responder contenidos presentes en los textos y/o clases de los docentes
<input type="checkbox"/>	Otros

5) ¿Cómo son las evaluaciones finales en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input type="checkbox"/>	Examen final sacando bolilla
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final con preguntas sobre todo el programa
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final a partir de la preparación de un tema
<input type="checkbox"/>	Examen final escrito con preguntas
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final oral o escrito con resolución de problemas o casos
<input type="checkbox"/>	Otros

6) ¿Cómo son los trabajos prácticos en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos individuales
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos grupales
	Trabajos prácticos para responder sobre un texto
	Trabajos prácticos para analizar varios textos
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos para resolver casos
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos de campo
	Trabajos prácticos para desarrollar propuestas
	Otros

7) ¿Cómo es la relación que plantean los profesores con sus estudiantes?

	Una relación distante
	Una relación cercana
<input checked="" type="checkbox"/>	Una relación que promueve el diálogo, la participación y la escucha de los estudiantes
	Una relación que promueve las instancias grupales
	Una relación que se basa en la imposición de saberes de los docentes sobre los estudiantes
	Otros

8) ¿Cómo se posicionan los estudiantes frente a las materias o las clases durante la carrera?

<input checked="" type="checkbox"/>	Participan en las clases escuchando y preguntando a los profesores
<input checked="" type="checkbox"/>	Toman apuntes
<input checked="" type="checkbox"/>	Piden aclaraciones sobre las dudas que surgen durante las clases
<input checked="" type="checkbox"/>	Se relacionan de buena forma con sus compañeros
	No se relacionan entre compañeros
	Piden y asisten a consultas extra-clase
<input checked="" type="checkbox"/>	Mantienen una actitud conformista frente al aprendizaje
	Manifiestan una actitud investigativa y de curiosidad frente al conocimiento
<input checked="" type="checkbox"/>	Asisten a clases sólo para no perder el cursado de la materia
	Otros

**Anexo 1B Encuesta de enseñanza tradicional  
(Respuestas de estudiante de 5<sup>to</sup> año)**

1111 *alumno (B)*

**ENCUESTA 1**

**Destinatarios:** estudiantes avanzados de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL

**Objetivo:** Recabar información de los estudiantes en relación a aspectos del cursado de la Carrera de Ingeniería en Minas de la UNSL. La información obtenida será utilizada para la realización de la Tesis de Maestría en Educación Superior de la FCH-UNSL del Ing. Eduardo Romano.

Fecha: 22/03/22 Año que cursa: 5<sup>º</sup> año Edad: 27 Sexo: Masculino

Marque con una cruz una a varias opciones según lo considere necesario en base a cada pregunta.

- 1) A lo largo del proceso de formación en la carrera del Ingeniero en Minas ¿cuál ha sido la principal metodología utilizada por los docentes para llevar adelante sus clases?

<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición del docente y toma de apunte de los alumnos
<input type="checkbox"/>	Lectura de textos en clases
<input type="checkbox"/>	Intercambio de opiniones entre alumnos y docentes
<input checked="" type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma individual
<input type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en la clase en forma grupal
<input type="checkbox"/>	Actividades sobre los temas dados para ser resueltos en forma extra-clase
<input type="checkbox"/>	Otros

- 2) ¿Cómo son presentados los contenidos por los docentes?

<input type="checkbox"/>	En textos
<input type="checkbox"/>	En videos
<input checked="" type="checkbox"/>	En filmas o presentación vía computadora
<input type="checkbox"/>	En forma oral utilizando la pizarra
<input type="checkbox"/>	En forma oral sin utilizar la pizarra
<input type="checkbox"/>	Otros

- 3) ¿Desde qué perspectiva cree usted que está planteado el contenido de las materias que cursó?

<input checked="" type="checkbox"/>	Desde una perspectiva exclusivamente científica
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva problematizadora sobre las necesidades del mundo actual
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la visión del docente sobre un tema
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que presenta diversidad de visiones sobre un tema
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la abundancia de datos e información
<input type="checkbox"/>	Desde una perspectiva que privilegia la información justa y necesaria
<input type="checkbox"/>	Otros

- 4) ¿Cómo son las evaluaciones parciales en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales escritos sobre temas dados en un período
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales orales con exposición de temas
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales con resolución de problemas o casos
<input checked="" type="checkbox"/>	Parciales con preguntas para responder contenidos presentes en los textos y/o clases de los docentes
<input type="checkbox"/>	Otros

- 5) ¿Cómo son las evaluaciones finales en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final sacando bolilla
<input type="checkbox"/>	Examen final con preguntas sobre todo el programa
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final a partir de la preparación de un tema
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen final escrito con preguntas
<input type="checkbox"/>	Examen final oral o escrito con resolución de problemas o casos
<input type="checkbox"/>	Otros

6) ¿Cómo son los trabajos prácticos en la carrera de Ingeniería en Minas?

<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos individuales
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos grupales
	Trabajos prácticos para responder sobre un texto
	Trabajos prácticos para analizar varios textos
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos para resolver casos
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos prácticos de campo
	Trabajos prácticos para desarrollar propuestas
	Otros

7) ¿Cómo es la relación que plantean los profesores con sus estudiantes?

	Una relación distante
	Una relación cercana
<input checked="" type="checkbox"/>	Una relación que promueve el diálogo, la participación y la escucha de los estudiantes
	Una relación que promueve las instancias grupales
	Una relación que se basa en la imposición de saberes de los docentes sobre los estudiantes
	Otros

8) ¿Cómo se posicionan los estudiantes frente a las materias o las clases durante la carrera?

<input checked="" type="checkbox"/>	Participan en las clases escuchando y preguntando a los profesores
<input checked="" type="checkbox"/>	Toman apuntes
<input checked="" type="checkbox"/>	Piden aclaraciones sobre las dudas que surgen durante las clases
<input checked="" type="checkbox"/>	Se relacionan de buena forma con sus compañeros
	No se relacionan entre compañeros
	Piden y asisten a consultas extra-clase
<input checked="" type="checkbox"/>	Mantienen una actitud conformista frente al aprendizaje
	Manifiestan una actitud investigativa y de curiosidad frente al conocimiento
<input checked="" type="checkbox"/>	Asisten a clases sólo para no perder el cursado de la materia
	Otros

## Anexo 2 (Modelo guía Trabajo práctico)

### Trabajo Practico N ° 2

Dimensionamiento de Trituradoras primarias, secundarias, terciaria – carga circulante

#### Actividades

#### Dimensionamiento de Trituradoras

Ejercicio 1: Calcular la razón de reducción del sistema de trituración de la Empresa Cerro Vanguardia, cuyos datos proporcionados por las curvas de distribución de tamaño para las etapas primaria, secundaria y terciaria son las siguientes:

- ✓ Trituración Primaria: F 80= 30” y P 80=4”
- ✓ Trituración Secundaria: F 80=4” y P 80= 1”
- ✓ Trituración Terciaria: F 80=1” y P 80=3/8 “

Calcular la razón de reducción independiente y la global del sistema de trituración.

Ejercicio 2: Calcular una trituradora primaria, de un mineral calcáreo de densidad ( $\rho$ ) 1,6 tn/m<sup>3</sup>, con un tamaño máximo de alimentación de 45”. El flujo másico de la alimentación es de 300 tn/h con un set en apertura posición cerrada (APF) de salida de 7”.

Ejercicio 3: Seleccionar una trituradora primaria para un mineral calcáreo con densidad ( $\rho$ ) de 1,6 tn/m<sup>3</sup>, con un tamaño máximo de alimentación de 45”. El caudal de alimentación es de 1333 tn/h, operando con un set en posición abierta (APA).

Ejercicio 4: Calcular una trituradora de mandíbula para procesar un mineral donde el flujo másico de alimentación de 650 tn/h, con un WI de 14,1 KWh/tn. El F80 que viene de mina es de 28”, el tamaño máximo de alimentación de 30”, la densidad del mineral ( $\rho$ ) de 2,1 tn/m<sup>3</sup>. El set de la máquina está regulada en posición cerrada (APF) en 200 mm  $\cong$  8”. Indicación:

Seguir la siguiente rutina de cálculo

1. Cálculo en curva de distribución del P80

2. Cálculo de Razón de Reducción R80
3. Cálculo de ancho de boca o Gape
4. Cálculo de largo de boca
5. Cálculo de Carrera “t”
6. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
7. Consumo Horario de producción exigida
8. Calculo de Potencia del Rotor
9. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:
  - ✓ Tamaño de Boca AxL
  - ✓ Tamaño de descarga “Set”
  - ✓ Potencia
  - ✓ Capacidad

Ejercicio 5: Calcular una trituradora giratoria, para tratar un flujo másico de alimentación de 1600 tn/h, con un tamaño F80 que viene de mina de 28”, el tamaño máximo de alimentación es de 40”. El WI es de 13 KWh/tnc, la densidad ( $\rho$ ) igual a 3.4 tn/m<sup>3</sup> y el valor del set tomado en posición abierta es de 8”. Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo,

- I. Cálculo de ancho de boca o Gape
- II. Cálculo de ancho B.
- III. Cálculo de Carrera “t”
- IV. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
- V. Cálculo de Potencia del Motor
- VI. Datos para entrar en tabla para selección de maquina:
  - ✓ Tamaño de Boca (GAPE) y diámetro de manto.
  - ✓ Tamaño de descarga “Set”
  - ✓ Potencia
  - ✓ Capacidad

Ejercicio 6: Calcular una trituradora cónica secundaria, cuyo tamaño máximo que viene del producto de una trituradora de mandíbula es de 7”, F80=4”, el set de la máquina está regulado para producir en  $\frac{3}{4}$ ”, la producción horaria es de 200 tnc/h, el

WI del mineral es de 12,1 KWh/tn. Siendo la densidad aparente del mineral en 1,6 tn/m<sup>3</sup>. Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo:

- i. Cálculo en curva de distribución del P80
- ii. Cálculo de Razón de Reducción R80
- iii. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
- iv. Cálculo de Potencia del Rotor
- v. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:
  - ✓ Tamaño máximo de entrada
  - ✓ Tamaño de descarga "Set"
  - ✓ Potencia del motor
  - ✓ Capacidad

#### Carga Circulante

Ejercicio 1: Calcular la carga circulante de un circuito normal (post cribado), cuya alimentación fresca (N) es de 100 tn/h, el rechazo de la zaranda según curva de distribución de tamaño es del 30 %. La eficiencia de la zaranda es del 90%. Calcular el tonelaje de carga circulante, la razón de carga circulante y el porcentaje de carga circulante.

Ejercicio 2: Carga Circulante en reverso (precibado). Al circuito cerrado inverso, trituración-cribado, secundario de una planta concentradora, se alimenta con 200 tn/h. siendo este el producto de una trituradora primaria, cuyo muestreo y análisis granulométrico se da en el siguiente cuadro:

Abertura de Malla		Fx
Pulgadas	mm	% de acumulado pasante (A-)
1 ½"	38	100
1"	25	98
¾"	19	92
½"	12,7	65
¼"	6,3	33



-1/4"	-6,3	-
-------	------	---

La zaranda vibratoria tiene una malla de corte de 12,7 mm, una eficiencia del 95%. Los rechazos de la zaranda se alimentan a una trituradora de cono estándar con un APF de 12,7, el producto de la descarga contiene 75% de -12,7mm (1/2'). El producto de la zaranda constituye el producto final de la trituración. Determinar:

%CC

tn de CC

tn de alimento compuesto de zaranda

**Anexo 2A (informe trabajo práctico resuelto por estudiante 2020)**

**Planta de tratamiento de minerales**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS**

Trabajo Práctico N° 2:

Dimensionamiento de Trituradoras primarias, secundarias, terciaria – carga  
circulante

Docente: Romano, Eduardo

Año: 2020

Alumno: Pereyra, Lautaro

Ejercicio 1: Calcular la razón de reducción del sistema de trituración de la Empresa Cerro Vanguardia, cuyos datos proporcionados por las curvas de distribución de tamaño para las etapas primaria, secundaria y terciaria son las siguientes:

- ✓ Trituración Primaria: F 80= 30" y P 80=4"
- ✓ Trituración Secundaria: F 80=4" y P 80= 1"
- ✓ Trituración Terciaria: F 80=1" y P 80=3/8 "

Calcular la razón de reducción independiente y la global del sistema de trituración.

**Resolución:**

$$R_{r,Primaria} = \frac{F80}{P80} = \frac{30''}{4''} = 7,5$$

$$R_{r,Secundaria} = \frac{F80}{P80} = \frac{4''}{1''} = 4$$

$$R_{r,Terciaria} = \frac{F80}{P80} = \frac{1''}{3/8''} = 2,6667$$

$$R_{rt} = R_{r,Primaria} * R_{r,Secundaria} * R_{r,Terciaria} = 80$$

Ejercicio 2: Calcular una trituradora primaria, de un mineral calcáreo de densidad ( $\rho$ ) 1,6 tn/m<sup>3</sup>, con un tamaño máximo de alimentación de 45". El flujo másico de la alimentación es de 300 tn/h con un set en apertura posición cerrada (APF) de salida de 7".

**Resolución:**

En un comienzo, es necesario calcular el GAPE

$$GAPE = \frac{\text{Tamaño max(pulg)}}{0,8} = \frac{45''}{0,8} = 56,25''$$

Para así obtener el factor X

$$X = \frac{\text{Caudal}(\frac{t}{h})}{GAPE^2} = \frac{300 t/h}{56,25^2} = 0,0948$$

A partir de este factor, podemos discernir entre trituradoras giratorias y mandíbulas.

- $X > 0,115$  se elige una giratoria
- $X < 0,115$  se elige una trituradora de mandíbulas

Esto me dice que será necesario recurrir a una trituradora de mandíbulas.

Luego para continuar debo ir a la tabla N°2, habiendo convertido mi caudal másico a un caudal volumétrico.

$$\rho_s = \frac{P_s}{V_s} \rightarrow V_s = \frac{P_s}{\rho_s} = \frac{300 t}{1,6 \frac{t}{m^3}} = 187,5 m^3$$

Tabela 2 - Capacidade de produção (m³/h) de britadores de mandíbulas de um eixo em circuito fechado (apud 2)

Máquina	Eixo de alimentação (mm)	Movimento do eixo (rot)	Abertura da boca de saída - Posição fechada																			
			1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	12"			
2015E	200x150	1/2"	1,5-2	2,3	3-4	4-5	5-6,5															
3020E	300x200	3/4"			5-6,5	6-8	8-10	10-13														
4230E	420x300	3/4"			7-8	8-10	10-13	12-15	15-20													
6240E	620x400	3/4"				17-22	22-29	28-35	39-50	42-52	44-55											
8050E	800x500	1"						45-56	55-72	60-80	65-98	72-95	77-100	88-115								
10060E	1000x600	1"							72-95	76-105	88-115	95-130	105-140	120-160	140-180	155-200						
10090E	1000x800	1"								78-120	90-140	100-155	110-170	140-200	160-230	177-260	200-290					
12090E	1200x900	1"									130-180	145-205	155-230	185-275	210-310	240-370	265-410	280-450				
150120E	1500x1200	1 1/2"													260-390	300-430	350-520	390-560	405-600	470-600		

De la tabla anteriormente nombrada, usando el set y el caudal volumétrico/h obtenemos la máquina 150120E lo cual me dice, que la boca tendrá 1500mm (59,05") de abertura y 1200 mm (47,24") de espesor de placa.

Boca de alimentación	1500mm*1200mm
Set	7"
Caudal volumétrico	300 – 430 m <sup>3</sup> /h

**Ejercicio 3:** Seleccionar una trituradora primaria para un mineral calcáreo con densidad ( $\rho$ ) de 1,6 tn/m<sup>3</sup>, con un tamaño máximo de alimentación de 45". El caudal de alimentación es de 1333 tn/h, operando con un set en posición abierta (APA).

**Resolución:**

En un comienzo, es necesario calcular el GAPE

$$GAPE = \frac{\text{Tamaño max(pulg)}}{0,8} = \frac{45''}{0,8} = 56,25''$$

Para así obtener el factor X

$$X = \frac{\text{Caudal}(\frac{t}{h})}{\text{Gape}^2} = \frac{1333 \text{ t/h}}{56,25^2} = 0,4213$$

A partir de este factor, podemos discernir entre trituradoras giratorias y mandíbulas.

- $X > 0,115$  se elige una giratoria
- $X < 0,115$  se elige una trituradora de mandíbulas

Este anterior me dice que debo utilizar una trituradora giratoria.

Al igual que en el ejercicio anterior, es necesario el caudal másico a volumétrico.

$$\rho_s = \frac{P_s}{V_s} \rightarrow V_s = \frac{P_s}{\rho_s} = \frac{1333 \text{ t}}{1,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 833,125 \text{ m}^3$$

Tabela 3 - Capacidades de produção (m<sup>3</sup>/h) de britadores giratórios em circuito aberto (apud 2)

**GIRATÓRIOS PRIMÁRIOS**

Máquina	rpm	rpm do pinhão	Potência hp máx.	Excêntrico padrão	Capacidade de produção em circuito aberto (m <sup>3</sup> /h)							
					Abertura de saída (APA) mm e (polegadas)							
					140 (5 1/2")	150 (6")	165 (6 1/2")	175 (7")	190 (7 1/2")	200 (8")	215 (8 1/2")	230 (9")
4265	175	600	500	1 1/2"	862	993	1112	1221				
4674	157	600	600	1 5/8"	1456	1550	1617	1731	1815	1890		
5474	157	600	600	1 5/8"		1382	1481	1594	1694	1790		
6080	149	600	800	1 13/16"			2159	2337	2500	2650	2794	2928

Y finalmente se elegirá el equipo usando la tabla N° 3 .Para este caso la tabla me arroja la máquina "6080" lo que me dice que posee una abertura de 60" y un diámetro de manto de 80".

Dimensiones	60x80
Potencia máxima	800 hp
Capacidad máxima	2159 m <sup>3</sup> /h
Set	6 1/2"

**Ejercicio 4:** Calcular una trituradora de mandíbula para procesar un mineral donde el flujo másico de alimentación de 650 tn/h, con un WI de 14,1 KWh/tn. El F80 que viene de mina es de 28", el tamaño máximo de alimentación de 30", la densidad del mineral ( $\rho$ ) de 2,1 tn/m<sup>3</sup>. El set de la máquina está regulada en posición cerrada (APF) en 200 mm  $\cong$  8". Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo,

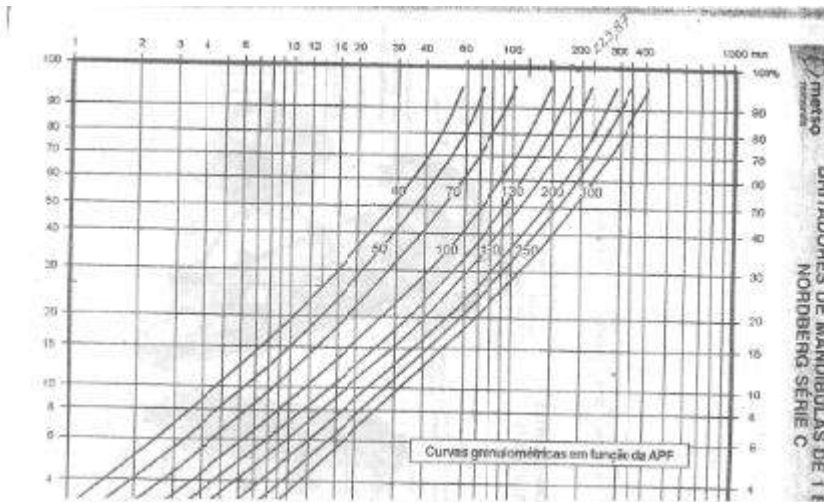
1. Cálculo en curva de distribución del P80
2. Cálculo de Razón de Reducción R80
3. Cálculo de ancho de boca o Gape

4. Cálculo de largo de boca
5. Cálculo de Carrera “t”
6. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
7. Consumo Horario de producción exigida
8. Calculo de Potencia del Rotor
9. Datos para entrar en tabla para selección de maquina:
  - ✓ Tamaño de Boca AxL
  - ✓ Tamaño de descarga “Set”
  - ✓ Potencia
  - ✓ Capacidad

**Resolución:**

1. Cálculo en curva de distribución del P 80

De la tabla del fabricante se obtiene un P 80=223,87 mm =223870 μm



2. Calculo de la razón de reducción R 80

$$R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{711200 \mu m}{223870 \mu m} = 3,1768$$

3. Calculo del GAPE:

$$GAPE(A) = \frac{\text{Tamaño max(pulg)}}{0,8} = \frac{30''}{0,8} = 37,5''$$

4. Cálculo de largo de boca

$$L = 1,5 A = 1,5 * 37,5 = 56,25''$$

5. Cálculo de la carrera

$$t = 0,33 * \text{set} = 0,33 * 8 = 2,64$$

6. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas

$$E_a = WI \times \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right) * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}}$$

$$= 14,1 \frac{\text{KWh}}{\text{tnc}} * \left( \frac{10}{\sqrt{223870 \mu\text{m}}} - \frac{10}{\sqrt{711200 \mu\text{m}}} \right) * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} = 0,144 \frac{\text{KWh}}{\text{t}}$$

7. Consumo Horario de producción exigida

$$W_a = E_a * \text{Flujo de alimentación} = 0,144 \frac{\text{KWh}}{\text{t}} * 650 \frac{\text{t}}{\text{h}} = 93,6 \text{ KW}$$

8. Cálculo de potencia del rotor

$$W_m = 2 * W_a * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} = 2 * 93,6 \text{ KW} * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} = 250,848 \text{ HP}$$

9. Finalmente teniendo los datos de :

- Tamaño de boca AxL
- Tamaño de descarga "set"
- Potencia
- Capacidad

Se pasa a las tablas del fabricante, en este caso Metso, para así obtener el modelo de máquina recomendado.



**metso** **minerals** **BRITADORES DE MANDÍBULAS DE 1 EIXO**  
**NORDBERG SÉRIE C**

**DADOS TÉCNICOS**

Modelos		C63	C80	C95	C100	C105	C110	C125	C140	C145	C160	C200	C3055
Abertura de alimentação nominal	mm	630	800	930	1000	1050	1100	1250	1400	1400	1600	2000	1400
	x	440	510	580	760	700	850	950	1070	1100	1200	1500	760
	pol.	17x25	20x32	23x27	30x40	28x42	34x44	37x49	42x55	43x55	47x63	59x79	30x55
Potência	kW	45	75	90	110 (90)*	110	132 (160)*	160 (132)*	200 (160)*	200	250 (200)*	400	150
	hp	60	100	125	150 (125)*	150	200	200	250	250	300	500	200
Rotação	rpm	340	350	320	280	300	230	220	220	220	220	200	260
Compr. mandíbula fixa	mm	1000	1100	1200	1600	1450	1800	2000	2100	2300	2500	3000	1600
Peso máx. p/çamento (qualq. sem volantes)	kg	2.880	2.870	3360	7.080	4.020	9.000	12.990	15.950	18.800	21.380	31.800	8.830
Peso total (sem suportes)	kg	6.050	7.670	9500	20.080	14.350	25.800	37.970	47.120	54.540	71.330	121.510	24.130

\*Quando houver opções de potência, a definição de motorização dependerá do tipo de aplicação.

**metso** **minerals** **BRITADORES DE MANDÍBULAS DE 1 EIXO**  
**NORDBERG SÉRIE C - CAPACIDADES**

APF	C63	C80	C95	C100	C105	C110	C125	C140	C145	C160	C200	C3055
mm (pol.)	Capacidades em t/h com alimentação de material com densidade aparente de 1,6 t/m <sup>3</sup>											
40 (1 5/8)	40	65										
50 (2)	55	80										
60 (2 3/8)	65	95	120									
70 (2 3/4)	80	115	140	150	155	190						240
80 (3 1/8)	95	130	160	170	175	210						270
90 (3 1/2)	110	150	180	190	200	235						295
100 (4)	120	165	200	215	220	255	290					325
125 (5)		210	250	265	280	310	350	385	400			390
150 (6)		250	300	315	335	370	410	455	470	520		460
180 (7)		290	360	370	390	425	470	520	540	595	760	530
200 (8)				420	445	480	530	590	610	675	855	600
225 (9)							590	655	680	750	945	
250 (10)							650	725	750	825	1040	
275 (11)									820	900	1130	
300 (12)										980	1225	

De la primera tabla, obtengo el modelo C160, basado en la abertura de alimentación (AxL) y su potencia en HP, y luego continuo por la tabla siguiente para ver si este modelo verifica para el flujo de alimentación y el set dados, y finalmente comprobamos que cumple las especificaciones anteriores.

**Datos del modelo C160**

Set	8"
Capacidad	675 t/h
Potencia del rotor	300 hp
Abertura de alimentación	47x63

**Ejercicio 5:** Calcular una trituradora giratoria, para tratar un flujo másico de alimentación de 1600 tn/h, con un tamaño F80 que viene de mina de 28", el tamaño máximo de alimentación es de 40". El WI es de 13 KWh/tn, la densidad ( $\rho$ ) igual a 3.4 tn/m<sup>3</sup> y el valor del set tomado en posición abierta es de 8". Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo,

- I. Cálculo de ancho de boca o Gape
- II. Cálculo de ancho B.
- III. Cálculo de Carrera "t"
- IV. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
- V. Calculo de Potencia del Motor
- VI. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:
  - ✓ Tamaño de Boca (GAPE) y diámetro de manto.
  - ✓ Tamaño de descarga "Set"
  - ✓ Potencia
  - ✓ Capacidad

**Resolución:**

1. Cálculo de ancho de boca o Gape

$$GAPE(A) = \frac{\text{Tamaño max(pulg)}}{0,8} = \frac{40''}{0,8} = 50''$$

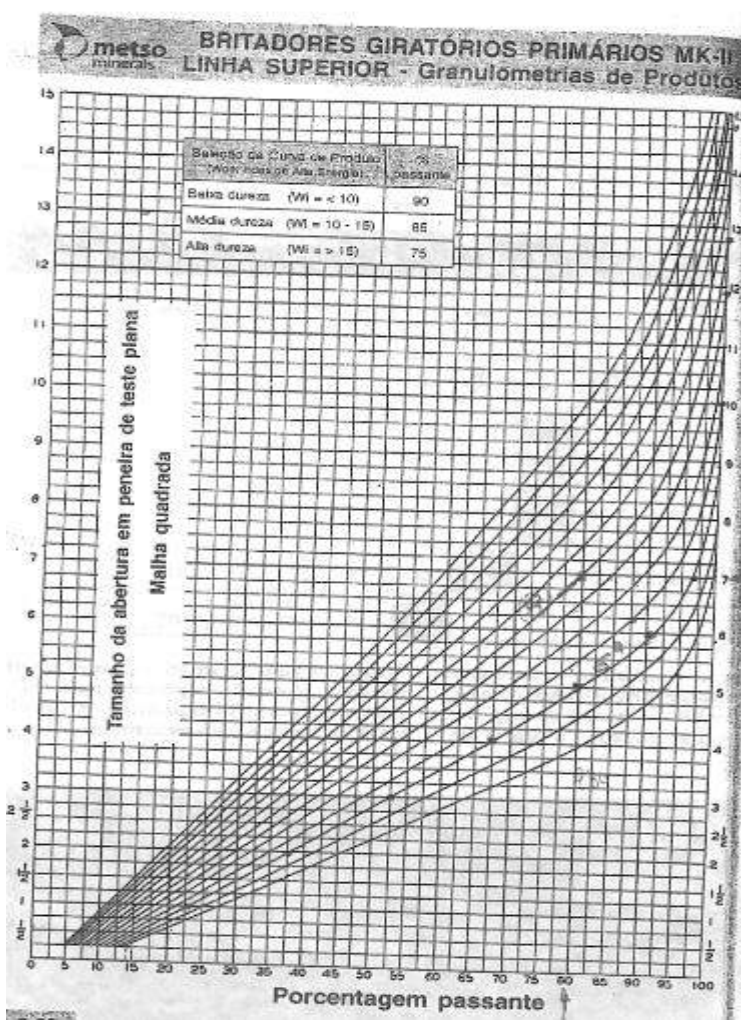
2. Cálculo de ancho de B

$$B = 2,7 A = 135''$$

3. Cálculo de carrera t

$$t = 0,33 * set = 2,31''$$

4. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas. El  $P_{80} = 7''$  es obtenido de la tabla de granulometría de productos de trituradoras giratorias de metso.



$$\begin{aligned}
 E_a &= WI \times \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right) * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} \\
 &= 13 \frac{\text{KWh}}{\text{tnc}} * \left( \frac{10}{\sqrt{177800\mu\text{m}}} - \frac{10}{\sqrt{711200\mu\text{m}}} \right) * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} \\
 &= 0,17 \frac{\text{KWh}}{\text{t}}
 \end{aligned}$$

5. Cálculo de potencia del motor

$$W_m = 1,6 * E_a * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * Q_a = 1,6 * 0,17 \frac{\text{KWh}}{\text{t}} * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * 1600 \frac{\text{t}}{\text{h}} = 583,168 \text{ HP}$$

6. Por último para obtener el modelo de equipo será necesario remitirse a la tabla facilitada por la cátedra con los datos previamente nombrados.

**Superior MK-II gyratory crusher capacities in metric tons per hour (STPH)**

Size	Feed Opening mm (in.)	Pinion RPM	Max. KW (HP)	Open Side Settings of Discharge Opening — Millimeters (Inches)										
				125mm (5.0")	140mm (5.4")	150mm (6")	163mm (6 1/2")	175mm (7")	190mm (7 1/2")	200mm (8")	215mm (8 1/2")	230mm (9")	240mm (9.4")	250mm (10")
42-65	1065 (42)	600	375 (500)		1635 (1800)	1880 (2075)	2100 (2315)	2320 (2557)						
50-65	1270 (50)	600	375 (500)			2245 (2475)	2625 (2895)	2760 (3040)						
54-75	1370 (54)	600	450 (600)			2555 (2820)	2855 (3145)	3025 (3335)	3215 (3545)	3385 (3735)				
62-75	1575 (62)	600	450 (600)			2575 (2840)	3080 (3395)	3280 (3615)	3660 (4035)	3720 (4205)				
60-89	1525 (60)	600	600 (800)				4100 (4520)	4360 (4805)	4805 (5295)	5005 (5520)	5280 (5820)	5550 (6115)		
60-110	1525 (60)	514	1000 (1400)					5575 (6150)	5845 (6440)	6080 (6705)	6550 (7220)	6910 (7620)	7235 (7975)	7605 (8385)

Luego de ver la tabla se recurrió al modelo "54-75" ya que el anterior, "50-65", no posee el set requerido en la consigna de 8" además cumple con el caudal objetivo y también con el motor necesario calculado.

Abertura de alimentación	54x75
--------------------------	-------

Potencia del rotor	600 hp
Set	8"
Capacidad	3385

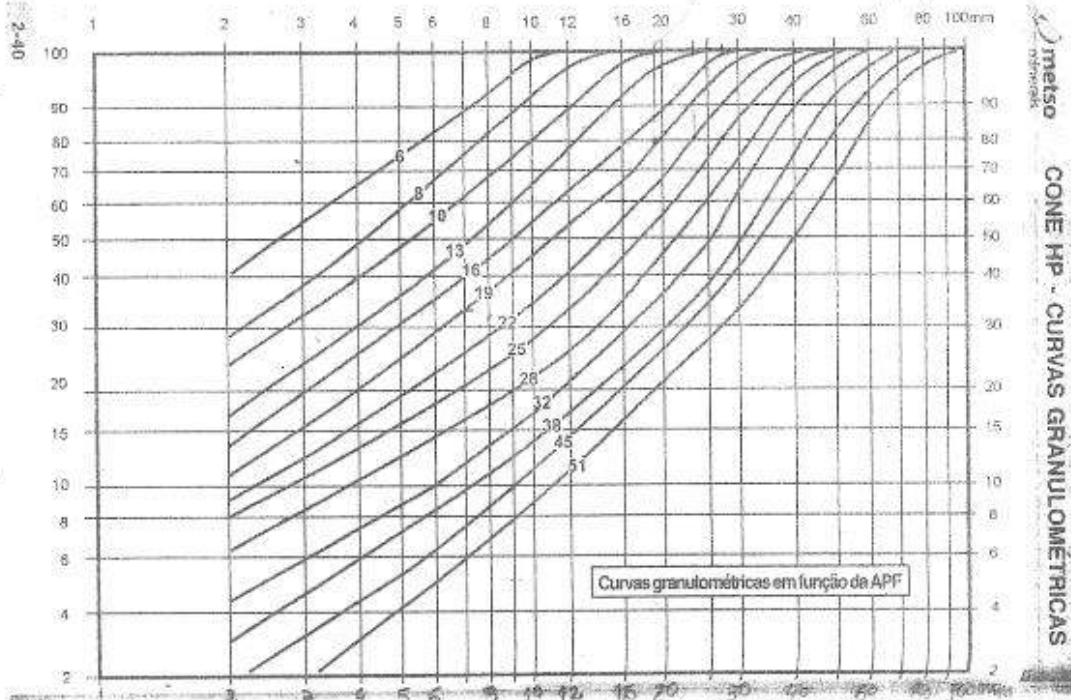
**Ejercicio 6:** Calcular una trituradora cónica secundaria, cuyo tamaño máximo que viene del producto de una trituradora de mandíbula es de 7",  $F_{80}=4"$ , el set de la máquina está regulado para producir en  $\frac{3}{4}"$ , la producción horaria es de 200 tnc/h, el WI del mineral es de 12,1 KWh/tnc. Siendo la densidad aparente del mineral en 1,6 tn/m<sup>3</sup>". Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo,

- i. Cálculo en curva de distribución del P80
- ii. Cálculo de Razón de Reducción R80
- iii. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a toneladas métricas
- iv. Cálculo de Potencia del Rotor
- v. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:
  - ✓ Tamaño máximo de entrada
  - ✓ Tamaño de descarga "Set"
  - ✓ Potencia del Rotor
  - ✓ Capacidad

**Resolución:**

1. Cálculo en curva de distribución del P<sub>80</sub>

En este punto se recurrió a la tabla de curvas granulométricas para trituradoras de conos del fabricante metso, la cual nos arroja un P<sub>80</sub> = 19,05 mm.



2. Cálculo de la razón de reducción.

$$R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{101600 \mu m}{19050 \mu m} = 5,333$$

3. Cálculo de  $E_a$  y cambio de unidades de toneladas cortas a toneladas métricas,

$$E_a = WI * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} * \left( \frac{\sqrt{R_{80}} - 1}{\sqrt{R_{80}}} \right) * \sqrt{\frac{100}{P_{80}}} =$$

$$\frac{12,1 \text{ KWh}}{\text{tnc}} * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} * \left( \frac{\sqrt{5,333} - 1}{\sqrt{5,333}} \right) * \sqrt{\frac{100}{19050}} = 0,548 \frac{\text{KWh}}{\text{t}}$$

4. Cálculo de potencia del rotor

$$W_m = 1,2 * E_a * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * \text{Flujo de alimentación} =$$

$$W_m = 1,2 * 0,548 \frac{\text{KWh}}{\text{t}} * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * 181,437 \text{ t} = 159,879 \text{ hp}$$

5. Con los datos requeridos en la consigna ya calculados, se procede a los catálogos de metso

CONES HP SELEÇÃO DA CÂMARA DO BRITADOR					
Modelo	Câmara	STANDARD		CABEÇA CURTA	
		Ajuste mínimo A <sup>mm</sup> mm (pol.)	Abertura de alimentação B <sup>mm</sup> mm (pol.)	Ajuste mínimo A <sup>mm</sup> mm (pol.)	Abertura de Alimentação B <sup>mm</sup> mm (pol.)
HP 100	Extra fino			6 (0,24")	20 (0,79")
	Fino			9 (0,35")	50 (1,97")
	Médio			9 (0,35")	70 (2,76")
	Grosso			13 (0,51")	100 (3,94")
	Extra grosso			21 (0,83")	150 (5,91")
HP 200	Extra fino			6 (0,24")	25 (0,98")
	Fino	14 (0,55")	95 (3,74")	6 (0,24")	25 (0,98")
	Médio	17 (0,67")	125 (4,92")	6 (0,24")	54 (2,13")
	Grosso	19 (0,75")	185 (7,28")	10 (0,39")	76 (2,99")
	Extra grosso				
HP 300	Extra fino			6 (0,24")	25 (0,98")
	Fino	13 (0,51")	107 (4,21")	6 (0,24")	25 (0,98")
	Médio	16 (0,63")	150 (5,91")	8 (0,31")	53 (2,09")
	Grosso	20 (0,79")	211 (8,31")	10 (0,39")	77 (3,03")
	Extra grosso	25 (0,98")	293 (9,17")		
HP 400	Extra fino			6 (0,24")	30 (1,18")
	Fino	14 (0,55")	111 (4,37")	6 (0,24")	40 (1,57")
	Médio	20 (0,79")	198 (7,80")	8 (0,31")	52 (2,05")
	Grosso	25 (0,98")	252 (9,92")	10 (0,39")	92 (3,62")
	Extra grosso	30 (1,18")	299 (11,77")		
HP 500	Extra fino			6 (0,24")	35 (1,38")
	Fino	16 (0,63")	133 (5,24")	8 (0,31")	40 (1,57")
	Médio	20 (0,79")	204 (8,03")	10 (0,39")	57 (2,24")
	Grosso	25 (0,98")	286 (11,26")	13 (0,51")	95 (3,74")
	Extra grosso	30 (1,18")	335 (13,19")		
HP 800	Extra fino				
	Fino	16 (0,63")	219 (8,62")	5 (0,20")	33 (1,30")
	Médio	25 (0,98")	267 (10,51")	10 (0,39")	92 (3,62")
	Grosso	32 (1,26")	297 (11,69")	13 (0,51")	155 (6,10")
	Extra grosso	32 (1,26")	353 (13,90")		

### Capacidades<sup>1</sup>

AJUSTE POSIÇÃO FECHADA												
Modelo	5 mm	8 mm	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	32 mm	38 mm	45 mm	51 mm
HP 100	45-55	50-60	55-70	60-80	70-90	75-95	80-100	85-110	100-140			
HP 200			90-120	120-150	140-180	150-190	160-200	170-220	190-235	210-250		
HP 300			115-140	150-185	180-220	200-240	230-260	230-280	250-320	300-360	350-440	
HP 400			140-175	185-230	225-280	255-320	275-345	295-370	325-430	360-490	410-560	465-630
HP 500			175-220	230-290	280-350	320-400	345-430	365-455	405-535	445-605	510-700	580-790
HP 800			260-335	325-425	385-500	435-545	470-600	495-730	545-800	600-950	690-1050	785-1200

<sup>1</sup>Capacidade instantânea do britador em t/h, com material de densidade aparente de 1,6 t/m<sup>3</sup>.

De esta se obtuvo que el equipo de la serie HP es el modelo "HP 200" el que cumple con los requerimientos de la consigna, siendo sus características las siguientes:

Abertura de alimentación	7,28"
Potencia del rotor	200 hp
Set	3/4"
Capacidad	190 t

### Carga circulante

Ejercicio 1: Calcular la carga circulante de un circuito normal (post cribado), cuya alimentación fresca (N) es de 100 tn/h, el rechazo de la zaranda según curva de distribución de tamaño es del 30 %. La eficiencia de la zaranda es del 90%. Calcular el tonelaje de carga circulante, la razón de carga circulante y el porcentaje de carga circulante.

#### Resolución:

En un comienzo para calcular lo requerido será necesario comenzar por el tonelaje de alimentación:

$$\text{Tonelaje alimentación}(C) = \frac{N}{(1 - \frac{r}{e})} = \frac{100 \frac{t}{h}}{(1 - \frac{r}{e})} = 150 \frac{t}{h}$$

Luego de aquí puedo obtener, los datos requeridos:

$$\text{Carga circulante}(L) = \frac{(r * c)}{e} = 50 \frac{t}{h}$$

$$\text{Razón de carga circulante} = \frac{L}{N} = \frac{50 \frac{t}{h}}{100 \frac{t}{h}} = 0,5$$

$$\% Cc = (\text{Razón de } Cc) * 100\% = 0,5 * 100\% = 50\%$$



Ejercicio 2: Carga Circulante en reverso (precibado). Al circuito cerrado inverso, trituración-cribado, secundario de una planta concentradora, se alimenta con 200 tn/h. siendo este el producto de una trituradora primaria, cuyo muestreo y análisis granulométrico se da en el siguiente cuadro:

Abertura de Malla		Fx
Pulgadas	mm	% de acumulado pasante (A-)
1 1/2"	38	100
1"	25	98
3/4"	19	92
1/2"	12,7	65
1/4"	6,3	33
-1/4"	-6,3	-

La zaranda vibratoria tiene una malla de corte de 12,7 mm, una eficiencia del 95%. Los rechazos de la zaranda se alimentan a una trituradora de cono estándar con un APF de 12,7, el producto de la descarga contiene 75% de -12,7mm (1/2"). El producto de la zaranda constituye el producto final de la trituración. Determinar:

- ✓ %CC
- ✓ tn de CC
- ✓ tn de alimento compuesto de zaranda

**Resolución:**

Para calcular lo pedido en la consigna es necesario

Z= % pasante en el alimento del circuito (obtenido del análisis granulométrico)

Y= % pasante en descarga de chancadora

E= eficiencia de la zaranda

R2= % de carga circulante

$$R2 = \frac{1}{Y} * \left( \frac{1000000}{E} - 100 * Z \right) = \frac{1}{75} * \left( \frac{1000000}{95} - 100 * 65 \right) = 53,68\%$$

Para obtener la carga circulante puedo valerme del R2, sí que este anterior es la Razón de CC \*100 entonces con la siguiente ecuación:

$$\text{Razón de CC} = \frac{L}{N} = \% \frac{Cc}{100} \rightarrow L = \text{Razón de CC} * N = 0,5368 * 200 \frac{t}{h} = 107,36 \frac{t}{h}$$

Por último para obtener las toneladas totales de alimento que entran a la zaranda:

$$\text{Feed zaranda} = N + L = 200 \frac{t}{h} + 107,36 \frac{t}{h} = 307,6 \text{ t/h}$$



### Anexo 3 EBP (Modelo cuestionario teoría)

#### Bolilla N° 1:

Nombre y Apellido:

Rama de la carrera que elige:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recursante)

Cuatrimestre que cursa:

Año de cursado:

Edad:

Fecha de cuestionario (**preguntas de conocimiento**):

...../...../...

- 1) **Responda:** ¿Que es una operación unitaria?
  
- 2) **Exprese** según criterio: ¿Qué representa el flujograma de Ingeniería?
  
- 3) **Analice y Responda:** ¿Para qué hacemos en balance de masa y metalúrgico de un circuito, mencione utilidades del mismo?
  
- 4) **Defina y Responda sintéticamente:** ¿Qué ley se utiliza para hacer los balances de Masas y Metalúrgicos, en qué principio básico se basa expésela?
  
- 5) **Ejemplifique según su entendimiento:** ¿Cuáles son los pasos a seguir para hacer unbalance de masa y metalúrgico?
  
- 6) **Enumere** del circuito que realizó balance de masa y metalúrgico, que equipos por nombre participan en el circuito y que mineral podría tratarse en el mismo

Anexo 3A (respuesta de EBP de alumno 2021- cuestionario de teoría)

VIZZIOU, CANDELA NAHIR.  
EXPLOTACION  
AÑO 2017  
REGULAR  
1<sup>er</sup> CUAT. DE 5<sup>to</sup> AÑO  
5<sup>to</sup> AÑO  
22 AÑOS

PRIMERA PARCIAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE MINERALES.

PARTE TEÓRICA:

- 1) Una operación unitaria es aquel proceso al que se somete el mineral, ya sea reducción de tamaños, reparación de valmambos, reparación sólido-líquido, concentración etc con el fin de llegar al producto final deseado. Cabe aclarar que una única operación unitaria no es suficiente para lograr el dicho producto final.
- 2) Representa el proceso productivo que se lleva a cabo mediante la combinación de operaciones unitarias.
- 3) El balance de masas y metalúrgico es necesario para calcular los equipos y conocer el comportamiento de nuestro material en todo el proceso.
- 4) La ley que se utiliza para hacer los balances de masas y metalúrgicos es la llamada Ley de Lavoisier, se basa en el principio de conservación de la masa, ya que plantea que toda la masa que entra en una operación de tratamiento tiene que salir en los productos, sin generación ni pérdida de masa.
- 5) Primero armamos banderillas y esbozamos una donde se detalle el parámetro con el que estamos trabajando junto con su unidad. Luego comentamos los cálculos de cada operación pudiendo relacionarlos entre ellos para completar todo lo necesario, muchas veces debemos agregar agua, por lo que ello también debe ser especificado cuando llenamos las banderillas del flujoograma.
- 6)
  - ① Trituradora de mandíbula
  - ② Zaranda
  - ③ Trituradora de mandíbula
  - ④ Zaranda
  - ⑤ Caja de bombas
  - ⑥ Hidrociclón
  - ⑦ Separador magnético [ El número corresponde a la banderilla anterior al equipo ]

Por usar un separador magnético, el mineral puede tratarse de alguno con propiedades magnéticas.

#### Anexo 4 EC (Estudio de caso cohorte 2020 -virtual)



Nombre y Apellido:

Rama de la carrera que elige:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recusante).

Cuatrimestre que cursa:

Año de cursado:

Edad:

Fecha...../...../.....

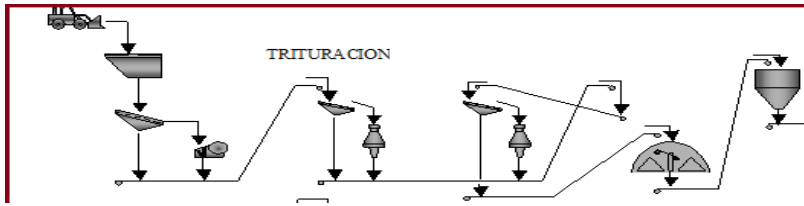
#### **FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO 1: TRITURACIÓN Y CARGA CIRCULANTE.**

En los prácticos de trituración de la materia, ustedes como alumnos han calculado equipos en forma independiente, pero en la realidad en un proceso productivo estos equipos trabajan en forma sincronizada y como un conjunto de operaciones unitarias donde en base al balance de masas podrán dimensionar un circuito real, en base a los datos proporcionados por alumnos que hicieron práctica de campo (prácticas de verano) en la empresa Cerro Vanguardia S.A.

Aquí deberán aplicar todos los principios teóricos y prácticos adquiridos en el cursado de la materia hasta el momento de tal manera de asemejarnos a la realidad que hoy maneja la empresa minera mencionada.

#### **ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE A RAZONAMIENTO - CONOCIMIENTO) 2.5 ptos**

A) Para el Flowsheet (Real) Cerro Vanguardia conforme que a continuación se detalla:



Preguntas teóricas:

1) **Responder:**

¿Cuántas etapas de trituración observa?. **Describalas** según lo dado en teoría?

2) **Responder:**

¿**Identique** qué tipos de circuitos existen y **describalos**, ¿en alguno de ellos observa carga circulante?, ¿porqué?

3) **Responder:**

¿**Observe** qué tipos de trituradoras existen en cada circuito por su simbología, **nómbrelas** por etapa?

B) **Calcular** la razón de reducción del sistema de trituración de la Empresa Cerro Vanguardia, conforme las etapas de trituración descritas en pregunta 1 , cuyos datos proporcionados por las curvas de distribución de tamaño para el F80 de alimentación es el siguiente :

- ✓ Trituración.....: F80= 23" y P80=..... RR1=
  - ✓ Trituración.....: F80=..... y P80=..... RR2 =
  - ✓ Trituración.....: F80=..... y P80=..... RR3=
- RRT =

Los valores de P80 deberán ser extraídos de las **curvas asumidas de Metso Minerals del manual de Procesamiento de Minerales**. Considerar el criterio de P80 igual a los F80 de la etapa siguiente de

trituration. Los set APF de trituración primaria, secundaria y terciaria respectivos son: 100 mm ( 4"), 25,4 mm (1") y 9,52 mm ( 3/8").

Preguntas:

1) **Responder:**

¿Qué significa el número que le da la razón de reducción total?

2) **Responder:**

¿Piense y exprese porque es necesario un circuito con carga circulante en trituración? **Calcule** la carga circulante según los datos del problema.

**ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE B -DIMENSIONAMIENTO) 5 pts**

0) **Bosqueje** el circuito de trituración con los datos que se darán en clases virtuales, para poder dimensionar.

1) **Calcule** la trituradora de mandíbula para procesar un mineral de Mina OSVALDO de Empresa Cerro vanguardia donde el flujo másico de alimentación de 180 tn/h, con un Wi de 12,83 KWh/tn. El F80 que viene de mina es de 23", el tamaño máximo de alimentación de 25", la densidad del mineral ( $\rho$ ) de 2,4 tn/m<sup>3</sup> considerar una densidad aparente de 1,6 t/ tn/m<sup>3</sup> (asumida). El set de la máquina está regulado en posición cerrada (APF) en 100 mm  $\cong$  4", el p80 según curva es de....."

Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo:

10. Cálculo en curva de distribución del P80

11. Cálculo de Razón de Reducción  $R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}}$

12. Cálculo de ancho de boca o Gape. Gape (A) = Dmax / 0,8

13. Cálculo de largo de boca (L) L = 1,5 A

14. Cálculo de Carrera "t" t = 0.33 Set

15. Cálculo de Energía absorbida (Ea) y Cambio de Unidades de toneladas cortas a

toneladas métricas  $Ea = WI \times \left( \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right) \times \frac{1tn}{0.907tn}$  ( P80 Y F80 en micrones)

16. Consumo Horario de producción exigida  $Wa = Ea \times Fa$  donde  $Fa =$   
*Flujo alimentación*

17. Calculo de Potencia del motor, donde 2 es un factor de seguridad  $Wm =$   
 $2 \times Wa \times 1,34 \frac{HP}{KW}$

18. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:

- ✓ Tamaño de Boca AxL
- ✓ Tamaño de descarga "Set"
- ✓ Potencia
- ✓ Capacidad

2) **Calcule** la trituradora de cono secundaria que proviene del circuito primario anterior con una alimentación de 140 t/h, con un  $W_i$  de 14,14 KWh/tnc. El F80 es de..., el P80 es de..., con el set en posición cerrada trabajando a 1". El tamaño máximo es de 7".

Indicación: seguir la siguiente rutina de cálculo:

1. Cálculo de Razón de Reducción R80

$$R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}}$$

2. La energía absorbida se saca en función del  $W_i$ , el P80 y el R80, además se hace un cambio de unidades de toneladas cortas a toneladas métricas

$$Ea = W_i \times \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ tn}} \times \left( \frac{\sqrt{R_{80}-1}}{\sqrt{R_{80}}} \right) \times \sqrt{\frac{100}{P_{80}}} \quad (\text{P80 en micrones})$$

3. La potencia del motor se saca en base a la energía absorbida, el flujo másico de alimentación y un factor de seguridad, en este caso igual a 1,2

$$Wm = 1,2 \times Ea \times 1,34 \frac{HP}{KW} \times Fa \text{ donde } Fa = \text{Flujo alimentac}$$

4. Datos para entrar en tabla para selección de máquina:

- ✓ Tamaño máximo de entrada
- ✓ Tamaño de descarga "Set"
- ✓ Potencia del motor
- ✓ Capacidad



- 3) **Calcule** la trituradora de cono terciaria que proviene del circuito anterior con una alimentación fresca de 180 t/h con una carga circulante de 80 % (asumida), con un  $w_i$  de 16,1 kwh/tnc. El F80 es de.....y el p80 es de 3/8"..... , con el set regulado en posición cerrada trabajando a 3/8 " . El tamaño máximo es de 2”.

Indicación: seguir la rutina de cálculo ídem ejercicio 2:

**ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE C) PREGUNTAS FINALES: (TOMA DE DECISIONES- trabajo en grupo) 2,5 pts**

¿Si hipotéticamente su jefe les pidiera a ustedes como ingenieros aumentar el proceso productivo el 50 % de su capacidad en la planta de trituración que calcularon, qué decisiones le recomendarían? Seguir los pasos debajo.

1) **Debatir**, entre ustedes y ver cuál es la decisión más adecuada háganlo por mail (Único mail) y me ponen en copia puede ser que coincidan o tengan alternativas diferentes, en ambos casos son válidas.

2) ¿**Enunciar**, que harían para poder solucionar el inconveniente, dejarían las mismas máquinas y las disposiciones tal cual están en el circuito actual, si es afirmativo porque y si no es afirmativo y realiza modificaciones cuáles serían? La planta en todas las ocasiones (tanto actual – Como con aumento de capacidad) trabajaría las 24 horas, las cintas transportadoras aumentando su velocidad cubren la nueva demanda de carga, hay limitaciones en costos y debe buscarse la alternativa más viable, tienen disposición de espacio en la planta para aquellas modificaciones que realicen, pueden plantear más de una opción, no deben dimensionar nada.

Anexo 4A EC (Estudio de caso cohorte 2020 virtual – desarrollado por estudiante)

Nombre y apellido:	Lautaro Pereyra
Rama de la carrera que elige:	Explotación
Fecha de ingreso a la carrera:	Marzo de 2016
Condición de Alumno:	Regular
Cuatrimestre que cursa:	1º
Año de cursado:	2020
Edad:	22
Fecha:	28/4/2020

Estudio de caso 1 (Parte A Razonamiento - conocimiento)

Preguntas teóricas:

1) Responder

¿Cuántas etapas de trituración observa? Describalas según lo dado en teoría.

En el circuito se pueden observar 3 etapas de trituración:

- Etapa primaria: una parrilla fija previa a la chancadora de mandíbulas.
- Etapa secundaria: trituradora cónica con una zaranda previa.
- Etapa terciaria: trituradora cónica con una zaranda en circuito cerrado.

2) Identifique:

¿Qué tipos de circuitos existen? Describalos ¿En alguno de ellos se observa CC? ¿Por qué?

Existen 2 tipos de circuitos:

- Circuitos abiertos: son los circuitos más sencillos, el material entra a un fragmentador y pasa a la operación siguiente, tal y como sale de esta. No poseen CC. (Etapas primaria y secundaria)
- Circuitos cerrados: Estos circuitos están compuestos por un fragmentador y un clasificador, entre los cuales, hay un flujo

de material en un circuito de ida y vuelta produciendo una carga circulante. Este es el caso de la etapa terciaria de nuestro flowsheet esto se debe a que el producto de la trituradora pasa por la zaranda y lo que no cumple con el tamaño regresa a la misma chancadora.

3) ¿Que tipos de trituradora existen en el circuito por su simbología? nombrelas por etapas.

- Etapa primaria: chancadora de mandibulas
- Etapa secundaria: trituradora cónica.
- " terciaria: " "

B) Calculo de R

Trituración primaria

$$F_{80} = 25'' \quad y \quad P_{80} = 117085 \mu m$$

$$R_{r1} = \frac{584200 \mu m}{117085 \mu m} = 4,99$$

Trituración secundaria

$$F_{80} = 117085 \mu m \quad P_{80} = 27861,2 \mu m$$

$$R_{r2} = \frac{117085 \mu m}{27861,2 \mu m} = 4,2024$$

Trituración terciaria

$$F_{80} = 27861,2 \mu m \quad P_{80} = 10000 \mu m$$

$$R_{r3} = \frac{27861,2 \mu m}{10000 \mu m} = 2,786$$

$$R_{RT} = 4,99 \times 4,2024 \times 2,786 = 58,422$$

Preguntas

1) ¿Que significa el número que da la razón de reducción total?

Este significa la cantidad de veces que se redujo de tamaño el 80% del material chancado.

NOTA

- ② Piense y exprese: por qué es necesario un circuito con carga circulante? calcule la carga  $C_{circulante}$  según los datos del problema.

En este caso, es necesario tener carga circulante, para asegurarme que mi producto, el cual se dirige a molinera cumple con las condiciones de tamaño del molino, en este caso que el producto sea menor a  $3/8"$ .

Calculo de  $C_c$ :

$$F_2 = \% C_c = \frac{1}{Y} \cdot \left( \frac{1000000}{E} - 100 \cdot Z \right) = \frac{1}{75\%} \cdot \left( \frac{1000000}{80\%} - 100 \cdot 65\% \right) = 80\%$$

$Y$  = % Pasante a la # requerida en la descarga de la maquina  
 $E$  = eficiencia de la Faranda.  
 $Z$  = % pasante a la # " " " alimentación.

### Estudio de caso 1 (parte B - Dimensionamiento)

- 1) Calcule la trituradora de mandíbulas para procesar un mineral de Mina Osvaldo de empresa Cerro Van Guardia.

$$Q = 180 \text{ t/h} \quad W_I = 12,83 \text{ KWh/t} \quad F_{80} = 23\% \quad D_{max} = 25"$$

$$P_m = 2,4 \text{ t/m}^3 \quad \text{pero asumir una } P_{parante} = 1/6 \text{ t/m}^3 \quad \text{Set} = 4" \cong 100\text{mm}$$

Desarrollo:

- ① calculo del  $P_{80}$

Este se obtiene de las curvas de distribución facilitadas por Metso

$$P_{80} = 117085 \mu\text{m}$$

- ② Calculo de  $R_{80}$

$$R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{584200 \mu\text{m}}{117085 \mu\text{m}} = 4,99$$

- ③ calculo de Ancho de Boca o GATE

$$\text{Gate}(A) = \frac{D_{max}}{0,8} = \frac{25"}{0,8} = 31,25"$$

④ Calculo de Largo de Boca L

$$L = 1,5 \cdot A = 1,5 \cdot 31,25 = 46,875''$$

⑤ Calculo de carrera "t"

$$t = 0,33 \cdot \text{set} = 1,32'' = 33,528 \text{ mm}$$

⑥ Calculo de Energía absorbida y cambio de unidades

$$E_a = 12,83 \frac{\text{Kwh}}{\text{tnc}} \cdot \left( \frac{10}{\sqrt{117085}} - \frac{10}{\sqrt{584200}} \right) \cdot \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} = 0,2283 \frac{\text{Kwh}}{\text{t}}$$

⑦ Consumo horario de producción exigida

$$W_a = E_a \cdot F_a = 0,2283 \frac{\text{Kwh}}{\text{t}} \cdot 180 \text{ t/h} = 41,094 \text{ Kw}$$

⑧ Calculo de potencia del motor, donde Z es un factor de Seguridad

$$W_m = Z \cdot W_a \cdot 1,34 \frac{\text{hp}}{\text{Kw}} = 2 \cdot 41,094 \text{ Kw} \cdot 1,34 \frac{\text{hp}}{\text{Kw}} = 110,13192 \text{ hp}$$

⑨ Finalmente con los datos requeridos en la consigna se pasa a la selección del equipo.

En la primer tabla se elige equipo con la abertura de Alimentación AxL y además se chequea la potencia del motor.

Modelo	C125
set	4'' (101,26 mm)
capacidad	290 t/h
Potencia	200 hp
Abertura de Alimentación	37'' * 49''

2) calcule la trituradora de cono secundaria

$$Q = 140 \text{ t/h} \quad W_i = 14,14 \text{ Kwh/tnc} \quad F_{80} = 117085 \mu\text{m}$$

$$\text{Set} = 1'' \quad D_{\text{max}} = 7''$$

Desarrollo:

1) Calculo de Razon de Reducción

Primero, es necesario obtener el  $P_{80}$  de las graficas de Metzso

$$= 27861,2 \mu\text{m}$$

$$P_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{117085 \mu\text{m}}{27861,2 \mu\text{m}} = 4,2024$$

2) Cálculo de energía absorbida

$$E_a = 14,14 \frac{\text{KWh}}{\text{tnc}} * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} * \left( \frac{\sqrt{4,2024} - 1}{14,2024} \right) * \sqrt{\frac{100}{27861,2}} = 0,4784 \frac{\text{KWh}}{\text{t}}$$

3) Cálculo de potencia del motor

$$W_m = 1,2 * 0,4784 \frac{\text{KWh}}{\text{t}} * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * 140 \frac{\text{t}}{\text{h}} = 107,7 \text{ hp}$$

4) Con los datos obtenidos se pasa a la selección de equipos.

Modelo	HP 400
Abertura de Alimentación	11,77"
Potencia Max	422 hp
Set	1"
capacidad	370 t/h

3) calcule la trituradora de cono terciaria

Alimentación fresca = 180 t/h      %Cc = 80%       $W_c = 16,1 \frac{\text{KWh}}{\text{tnc}}$

$F_{80} = 27861,2 \mu\text{m}$        $P_{80} = 3/8" = 9,525 \text{ mm}$       Set = 3/8"

1) Cálculo de  $R_{80}$

$$R_{80} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{27861,2 \mu\text{m}}{9525 \mu\text{m}} = 2,925$$

2) Energía absorbida

$$E_a = 16,1 \frac{\text{KWh}}{\text{tnc}} * \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ t}} * \frac{\sqrt{2,925} - 1}{\sqrt{2,925}} * \sqrt{\frac{100}{9525}} = 0,755 \frac{\text{KWh}}{\text{t}}$$

3) Cálculo de potencia del motor

Caudal en el equipo

$$Q = \text{Alim fresca} + C_c = 180 \text{ t/h} + \left( 180 \text{ t/h} * \left( \frac{\% C_c}{100} \right) \right) = 180 \text{ t/h} + 144 \text{ t/h} = 324 \text{ t/h}$$

$$W_m = 1,2 * 0,755 \frac{\text{KWh}}{\text{t}} * 1,34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} * 324 \text{ t/h} = 393,94 \text{ hp}$$

4) Con los datos obtenidos se pasa a la selección de equipo

Modelo	HT 800 Cabeza corta
Abertura de Alim	3,62"
Potencia Max	804 hp
set	0,39"
capacidad	835 t/h

NOTA

## Estudio de caso 2:

Calculo de zarandas:

Sistema secundario

clasificación gruesa

tamaño max 4,5"

E = 77%

Mov circular  
zarandeo en seco

Malla de corte de 1"  $P = 1,6 \text{ t/m}^3$

% H = 5% forma cónica  $Q = 130 \text{ t/h}$

placa de abertura cuadrada de acero

Para realizar el dimensionamiento

se usara la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Q_2 * P}{C * M * K * Q_c}$$

En un comienzo tenemos que calcular:

$$Q_c = Q_1 \dots Q_6 \Rightarrow \boxed{Q_c = 0,6375}$$

$$Q_1 = 1 \quad Q_2 = 1 \quad Q_3 = 1 \quad Q_4 = 0,85 \quad Q_5 = 0,75 \quad Q_6 = 1$$

Estos valores de  $Q_c$  fueron obtenidos de las tablas proporcionadas por la catedra.

$P = 1$  ya que no es especificado

Pase de flujo másico o volumetrico

$$P = \frac{P}{V} \rightarrow V = \frac{P}{P} = \frac{130 \text{ t/h}}{1,6 \text{ m}^3/\text{h}} = 112,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$C = 32,5$  obtenido del gráfico B del manual Metso

$M = 2$

El % de oversize es de 77,7% para este caso tome un oversize del 80%.

$K = 0,53$

Para este calculo el % pasante de la malla de la malla de corte en este caso 0,5"

12%

$$A = \frac{112,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1}{32,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 0,53 \cdot 0,6375} = 5,122 \text{ m}^2$$

NOTA

Luego con el área calculada se pasa a la tabla de selección de zarandas LH

Para zarandas con un solo deck se obtuvo el modelo

$$\boxed{\text{LH } 5' \times 14'}$$

Por último habría que verificar la altura de la cama de alimentación

$$D = \frac{100 \times T}{6 \times S \times (w - 0,15)} = \frac{100 \times 12,5 \text{ m}^3/\text{h}}{6 \times 30 \text{ m}/\text{min} \cdot (1,524 - 0,15)} = 4,5,48 \text{ mm}$$

T = Flujo volumétrico de sólidos  
S = Velocidad de circulación (tabulado)  
W = ancho de zaranda (m)

Sistema terciario:

malla de corte =  $3/8" = 9,525 \text{ mm} = 1,6 \text{ t/m}^3$  tamaño<sub>max</sub> = 1,5" %H = 5%

Forma cúbica cribada en seco Q = 324 t/h E = 80%

Placa de abertura cuadrada Mov. circular

$$Q_t = 0,6375$$

$$Q_1 = 1 \quad Q_2 = 1 \quad Q_3 = 1 \quad Q_4 = 0,85 \quad Q_5 = 0,75 \quad Q_6 = 1$$

El proceso es idem al anterior

Primero debo pasar el FMS a FVS

$$P = \frac{P}{V} \rightarrow V = \frac{P}{P} = \frac{324 \text{ t/h}}{1,6 \text{ t/m}^3} = 202,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

El porcentaje de oversize es de 44,44%

$$\text{El } C = 18 \quad M = 1,11 \quad K = 0,7$$

$$\text{Área} = \frac{202,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1}{18 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \cdot 1,11 \cdot 0,7 \cdot 0,6375} = 22,712 \text{ m}^2$$



**ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE C) PREGUNTAS FINALES: (TOMA DE DECISIONES)**  
**DEBATE VÍA ELECTRÓNICA (05/02/2020) ( por mail)**

**Conclusión**

Coincidimos en este análisis, que se realizó un cambio de esquema siempre con el objetivo de reducir lo mayor posible el costo.

Realizando algunos cambios como zarandas, pero manteniendo dos trituradoras y agregando una.

El mar., 5 may. 2020 a las 19:05, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

Finalmente, se podría resumir el análisis en:

- Tolva de alimentación, es necesario chequear en el terreno su capacidad y de ahí ver si es necesario un cambio.

-A causa del aumento del caudal todas las zarandas deberían ser cambiadas.

-Ninguna de las trituradoras debería ser reemplazadas, pero en la etapa terciaria quizás debería ser agregada en paralelo otro equipo de fragmentación como una HP 100 y así suplir la falta de capacidad.

El mar., 5 may. 2020 a las 18:39, Ailin Pereyra (<[ailinqisella@gmail.com](mailto:ailinqisella@gmail.com)>) escribió:

**Trituradora Terciaria**

Si se respeta la densidad aparente, como en esta parte se eligió un Modelo HP 400, una trituradora de cono cabeza corta con un set de 3/8", con una capacidad entre 140-175 t/h para un mineral de densidad 1.6 t/m<sup>3</sup> y una cámara de trituración gruesa. La alimentación que cubría en principio es de 180 t/h con una carga circulante de 80 %, es decir, 144 t/h.

Si aumentamos el 50%, tendríamos 216 t/h. Este modelo no cubre la capacidad requerida.

Por lo que en vez de cambiarla, con las cintas transportadoras se puede dividir la masa y agregar otro modelo de cono de cabeza corta con el mismo set pero con capacidad suficiente para cubrir la alimentación entre ambos.

Se puede agregar el Modelo HP 100 del mismo set, con una capacidad entre 55-70 t/h. entonces quedaría complementando con el otro modelo HP 400.

El martes, 5 mayo 2020 a las 18:30, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

Si estoy de acuerdo, el modelo C125 es más que suficiente.

Luego es necesario pasar a trituración secundaria, donde el equipo en cuestión es una HP 400 "estándar" este posee una capacidad de hasta 370 t/h (para el set de 1") es decir verifica el requerimiento de 290 t/h de alimentación.

Por último en lo que respecta a trituración, está la trituradora terciaria la cual es una HP 400 de cabeza corta, la cual según su set tiene una capacidad de 175 t/h pero esta es para un mineral de densidad 1,6 t/m<sup>3</sup>. En nuestro caso el anterior tiene una densidad de 2,4 t/m<sup>3</sup> podríamos tomar la capacidad como 262,5 t/h (ajustada por

densidad) y el flujo másico que pasaría por el equipo sería de 216 t/h. Al parecer no sería necesario cambiar ninguna de las trituradoras de cono.

El mar., 5 may. 2020 a las 17:56, Ailin Pereyra (<[ailingisella@gmail.com](mailto:ailingisella@gmail.com)>) escribió:  
**Tolva y Zarandas**

Coincido, debido que se necesita medir la tolva para poder saber si cubriría la capacidad requerida y las zarandas ambas también cambiarlas ya que si aumenta la alimentación su área también por lo que cambia el modelo elegido de ellas.

**Trituración Primaria:**

El modelo que se eligió para la trituradora de Mandíbula fue el modelo C125 del catálogo Metso "Trituradoras de Mandíbulas" con densidad de 1.6 t/m<sup>3</sup> por tabla. Este modelo tiene una capacidad de 290 t/h para un set de 4" = 100 mm pero en nuestro caso la densidad del mineral es 2.4 t/m<sup>3</sup>, por tal motivo se realizó la corrección dando una capacidad corregida (Cc)= 435 t/h.

En el circuito original se tiene una alimentación de 180 t/h, si aumentamos el 50% de su capacidad, este sería 90 t/h más, es decir, en total □ 270 t/h, serían la nueva alimentación fresca.

Pero como dicho modelo mencionado C125 tiene la capacidad suficiente (290 t/h □ Cc=435 t/h) para cubrir este aumento de alimentación.

Por lo tanto, no se modificaría la trituradora Primaria para este nuevo circuito.

El mar., 5 may. 2020 a las 17:52, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

En un principio para ver si el circuito en cuestión, podría trabajar o no, con el aumento de carga es necesario revisar la capacidad de los equipos.

El mar., 5 may. 2020 a las 16:58, Ailin Pereyra (<[ailingisella@gmail.com](mailto:ailingisella@gmail.com)>) escribió:

En el comienzo del proceso hay una tolva de alimentación, para el caso de esta es necesario ir al terreno y medir el volumen que posee y así con el volumen de mineral volado ver si verifica o si es necesario reemplazarla.

Luego están las zarandas, las cuales se chequean con la ecuación del área activa dada por la cátedra. Se puede vislumbrar que un aumento del 50% del caudal derivaría en un incremento análogo del área, por ende, están también requerirían ser reemplazadas.



## Anexo 4B EC (Estudio de caso cohorte 2022 presencial propuesto por docente)

### Estudio de caso:

Nombre y Apellido de los integrantes grupo 1:

Empresa elegida por ustedes: Mina Marta

Año de cursado:

Fecha...../...../.....

### **FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO 1: TRITURACIÓN Y CARGA CIRCULANTE Parcial N°2 (estudio de caso grupal con exposición de los integrantes).**

En los prácticos de trituración, carga circulante desarrollados en la cursada de la asignatura, ustedes como estudiantes han dimensionado y calculado equipos en forma independiente, pero en la realidad de un proceso productivo real estos equipos trabajan en forma sincronizada y como un conjunto de operaciones unitarias donde en base al balance de masas podrán dimensionar un circuito real, teniendo en cuenta los datos recabados por el grupo de diversas fuentes (prácticas de verano, colegas que trabajan en dichas empresa, búsqueda bibliográfica en internet, entre otros). Aquí deberán aplicar todos los principios teóricos y prácticos adquiridos en el cursado de la materia hasta el momento y relacionarlos con los conceptos que ya traen de las asignaturas correlativas anteriores. Los parámetros necesarios para los cálculos deberán aproximarse a la realidad del proceso actual, teniendo en cuenta que si falta algún dato se asumirá pero deberá ser razonable conforme un buen criterio de tal manera de asemejarnos a la realidad que hoy maneja la empresa minera mencionada.

## ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE A- RAZONAMIENTO - CONOCIMIENTO)

A) Bosquejar el Flowsheet que ustedes plantean de la empresa Mina Marta, en base a averiguaciones conforme se describió en fundamentación

Preguntas teóricas:

1) **Responder:**

¿Cuántas etapas de trituración proponen y por qué? **¿Describalas según lo dado en teoría?**

2) **Responder:**

**¿Identifiquen** qué tipos de circuitos existen y **describalos**, ¿en alguno de ellos observa carga circulante?, ¿Por qué?

3) **Responder:**

**¿Observen** qué tipos de trituradoras existen en cada circuito por su simbología, **nómbrelas** por etapa?

B) **Calcular** la razón de reducción del sistema de trituración de la Empresa Mina Marta, conforme las etapas de trituración propuestas.

Los valores de P80 deberán ser extraídos de las **curvas asumidas de Metso Minerals del manual de Procesamiento de Minerales**. Considerar el criterio de que el P80 sea igual a los F80 de la etapa siguiente de trituración. El F80 de alimentación que viene de mina, pueden asumirlo o también proponer una curva de distribución de tamaño razonable para extraerlo.

Preguntas:

4) **Responder:**

¿Qué significa el número que le da la razón de reducción total?

5) **Responder:**

¿Piensen y expresen porque es necesario un circuito con carga circulante en trituración? **Calculen** la carga circulante según los datos del problema, según los valores asumidos por el grupo.

### **ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE B -DIMENSIONAMIENTO):**

1) Una vez definido el circuito de trituración, dimensionar cada equipo conforme los ábacos, curvas, fórmulas desarrolladas en los trabajos prácticos y vincularlas a los datos asumidos razonablemente por ustedes.

### **ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE C) PREGUNTAS FINALES: (TOMA DE DECISIONES- trabajo en grupo).**

¿Si hipotéticamente su jefe les pidiera a ustedes como ingenieros aumentar el proceso productivo el 50 % de su capacidad en la planta de trituración qué ya calcularon, que decisiones le recomendarían? .Seguir los pasos debajo

1) **Debatir**, entre ustedes y ver cuál es la decisión más adecuada, puede ser que coincidan o tengan alternativas diferentes, en ambos casos son válidas.

2) **Enunciar**, que harían para poder solucionar el inconveniente, cuáles serían las posibles soluciones .Como dato las cintas transportadoras aumentando su velocidad cubren la nueva demanda de caudal, hay limitaciones en costos y debe buscarse las alternativa más viables, tienen disposición de espacio en la planta para aquellas modificaciones que realicen si fueran necesarias, pueden plantear más de una opción, no deben dimensionar nada.

### **Estudio de caso (PARTE D- Armado de presentación)**

Realizar una presentación en power point, dando una referencia, de donde se ubica la empresa, que explota, métodos de explotación, mineralización, geología, personal y demás datos pertinentes para entender el proceso (No muy extenso). Luego y lo más importante, colocar en la presentación, flowsheet seleccionado, datos para el cálculo, balance de masas, dimensionamiento de equipos, curvas que utilizaron, ábacos, tablas etc., entre otros, agregando según corresponda las respuestas a las preguntas de los puntos A Y B. Todos pasaran a exponer habrá un debate en la exposición con presencia de los docentes, dividirse presentación para exponer por cada uno de los representantes del grupo, en forma equitativa.

**Anexo 4C** (Estudio de caso cohorte 2022 desarrollado en grupo)

**Segundo Parcial de Planta de Tratamiento:**

**Nombre y Apellido de los integrantes grupo 1:**

- Edgardo Risma.
- Agustin Camargo.
- Facundo Magallanes.
- Gonzalo Sosa.
- Heber Ibañez.
- Carlos Quiroga.

Empresa elegida por ustedes: **Mina Marta**

Año de cursado: 2022

Fecha: 27/04/22

**FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO 1: TRITURACIÓN Y CARGA CIRCULANTE Parcial N°2 (estudio de caso grupal con exposición de los integrantes).**

En los prácticos de trituración, carga circulante desarrollados en la cursada de la asignatura, ustedes como estudiantes han dimensionado y calculado equipos en forma independiente, pero en la realidad de un proceso productivo real estos equipos trabajan en forma sincronizada y como un conjunto de operaciones unitarias donde en base al balance de masas podrán dimensionar un circuito real, teniendo en cuenta los datos recabados por el grupo de diversas fuentes (prácticas de verano, colegas que trabajan en dichas empresa, búsqueda bibliográfica en internet, entre otros). Aquí deberán aplicar todos los principios teóricos y prácticos adquiridos en el cursado de la materia hasta el momento y relacionarlos con los conceptos que ya traen de las asignaturas correlativas anteriores. Los parámetros necesarios para los cálculos deberán aproximarse a la realidad del proceso actual, teniendo en cuenta que si falta algún dato se asumirá pero deberá ser razonable conforme un buen criterio de tal manera de asemejarnos a la realidad que hoy maneja la empresa minera mencionada.

## **ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE A- RAZONAMIENTO - CONOCIMIENTO)**

A) Bosquejar el Flowsheet que ustedes plantearan de la empresa Mina Marta, en base a averiguaciones conforme se describió en fundamentación.

Preguntas teóricas:

**Responder:**

¿Cuántas etapas de trituración proponen y por qué? **Describalas** según lo dado en teoría.

Esta mina solo propone dos etapas de trituración, una primaria compuesta por una Chancadora de Mandíbula tipo Blake y una secundaria Cónica.

**Responder:**

**Identifiquen** qué tipos de circuitos existen y **describalos**, ¿en alguno de ellos observa carga circulante?, ¿por qué?

Los tipos de circuitos que existen son los abiertos y los cerrados. Los abiertos son aquellos en los que el material continúa circulando a medida que va pasando por las siguientes etapas y los circuitos cerrados son aquellos que se utilizan cuando hay un sobre tamaño no deseado, y por ende se procede a recircular el material a través de la trituradora para obtener el tamaño de ingreso a la próxima máquina el cual es óptimo para su ingreso.

**Responder:**

¿**Observen** qué tipos de trituradoras existen en cada circuito por su simbología, **nómbrelas** por etapa?

En la planta de Trituración se usa una trituradora de mandíbula tipo Blake y una trituradora de cono con cabeza estándar.

B) **Calcular** la razón de reducción del sistema de trituración de la Empresa Mina Marta, conforme las etapas de trituración propuestas.

Los valores de P80 deberán ser extraídos de las **curvas asumidas de Metso Minerals del manual de Procesamiento de Minerales**. Considerar el criterio de que el P80 sea igual a los F80 de la etapa siguiente de trituración. El F80 de

alimentación que viene de mina, pueden asumirlo o también proponer una curva de distribución de tamaño razonable para extraerlo.

Preguntas:

**Responder:**

¿Qué significa el número que le da la razón de reducción total?

Significa cuantas veces se redujo de tamaño con respecto al tamaño de alimentación inicial.

En este caso la alimentación fue de 20" y el producto final de trituración 3/4".

Razón de Reducción Global = 26,66

**Responder:**

¿Piensen y expresen porque es necesario un circuito con carga circulante en trituración? **Calculen** la carga circulante según los datos del problema, según los valores asumidos por el grupo.

Para poder asegurar la uniformidad de productos y que tengan el tamaño adecuado para la siguiente etapa (en este caso molienda).

**ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE B -DIMENSIONAMIENTO) :**

1) Una vez definido el circuito de trituración, dimensionar cada equipo conforme los ábacos, curvas, fórmulas desarrolladas en los trabajos prácticos y vincularlas a los datos asumidos razonablemente por ustedes.

**ESTUDIO DE CASO 1 (PARTE C) PREGUNTAS FINALES: (TOMA DE DECISIONES- trabajo en grupo).**

Si hipotéticamente su jefe les pidiera a ustedes como ingenieros aumentar el proceso productivo el 50 % de su capacidad en la planta de trituración que ya calcularon, ¿qué decisiones le recomendarían? Seguir los pasos debajo

1) **Debatir**, entre ustedes y ver cuál es la decisión más adecuada, puede ser que coincidan o tengan alternativas diferentes, en ambos casos son válidas.

2) **Enunciar**, que harían para poder solucionar el inconveniente, cuáles serían las posibles soluciones. Como dato las cintas transportadoras aumentando su velocidad cubren la nueva demanda de caudal, hay limitaciones en costos y debe buscarse las alternativas más viables, tienen disposición de espacio en la planta para aquellas



modificaciones que realicen si fueran necesarias, pueden plantear más de una opción, no deben dimensionar nada.

**Respuestas:**

Se tomó la decisión de aumentar las horas laborales a un 50%, es decir en vez de trabajar 8 hs. se trabajarán 12 hs.

**Estudio de caso (PARTE D- Armado de presentación).** Realizar una presentación en power point, dando una referencia, de donde se ubica la empresa, que explota, métodos de explotación, mineralización, geología, personal y demás datos pertinentes para entender el proceso (No muy extenso). Luego y lo más importante, colocar en la presentación, flowsheet seleccionado, datos para el cálculo, balance de masas, dimensionamiento de equipos, curvas que utilizaron, ábacos, tablas etc., entre otros, agregando según corresponda las respuestas a las preguntas de los puntos A Y B. Todos pasarán a exponer habrá un debate en la exposición con presencia de los docentes, dividirse presentación para exponer por cada uno de los representantes del grupo, en forma equitativa.

## **Informe**

### **Introducción**

A partir del descubrimiento de oro en el inicio de los 80' en las vetas de cuarzo del área del Cerro Vanguardia, se desarrolló, en el ámbito del Macizo del Deseado, Santa Cruz, una intensa actividad prospectiva que ha dado como resultado el descubrimiento de varios distritos vetiformes con presencia de metales preciosos. Actualmente, esta provincia, es una importante productora de Au-Ag con cuatro minas activas (Cerro Vanguardia, Martha, San José y Manantial Espejo) y es objeto de intensa exploración con más de 50 proyectos en distinto grado de desarrollo. Dentro de este marco, el yacimiento argentífero Mina Martha se ubica en el sector sudoccidental de esta provincia metalogenética, a unos 50 km al NE de la localidad santacruceña de Gobernador Gregores.

El proyecto Mina Martha se caracterizó por ser un yacimiento con la más alta ley de plata de la historia moderna, ya que su veta principal, si bien no era demasiado extensa, presentaba una cantidad de ese metal muy superior a la de otros prospectos de la región.

### **Ubicación de Mina Martha**

El yacimiento argentífero Mina Martha se encuentra ubicado en el sector sudoccidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina, en 48° 41' 33.94" de latitud sur y 69° 42', 00.79" longitud oeste (grados, minutos, segundos) a una altura aproximada de 350 metros sobre el nivel del mar, a 50 km al noreste de la localidad Gobernador Gregores y a 175 km al noroeste de Puerto San Julián.



Figura N°1: localización de Mina Martha

### **Geología y Geomorfología**

En resumen, los principales aspectos que caracterizan al yacimiento Mina Martha son:

- La mineralización forma cuerpos vetiformes de hasta 5 m de espesor y varios cientos de metros de longitud, caracterizados por el desarrollo de texturas brechosas, bandeados costiformes, y texturas masivas con tamaños de grano medios a gruesos.
- Las vetas pueden ser divididas en tres sistemas de acuerdo a su orientación general: un conjunto de estructuras de orientación NO-SE denominado Sistema Martha-R4; un segundo conjunto paralelo al anterior hacia el norte, denominado Sistema Isabel; y un tercer conjunto de estructuras de orientación general E-O desarrollado entre ambos, y que ha sido denominado Sistema del Medio.
- Las vetas cortan una secuencia piroclástica de más de 500 m de espesor, caracterizada por un estilo de vulcanismo de tipo explosivo y naturaleza episódica.
- La signatura geoquímica de las vetas, cuya paragénesis de metales corresponde a Ag- Au Cu-Pb-Zn-Sb-As, y su relación Ag/Au de alrededor de 900:1, permiten definir

al yacimiento como un depósito netamente argentífero, con oro y metales base asociados.

- La mena está compuesta por una mineralogía compleja de sulfuros de metales base y sulfosales de plata y cobre, que se presentan en cantidades variables, pero que pueden superar el 20 % en volumen. Mientras que la mineralogía de la ganga es relativamente sencilla, está compuesta por adularia, cuarzo, sericita (illita), y que localmente puede presentar cantidades subordinadas de clorita.

- Los cuerpos mineralizados están rodeados por un halo de alteración restringido, compuesto principalmente por la asociación adularia, cuarzo, sericita (illita), esmectita y cantidades menores de clorita.

- La mineralogía de la ganga y las alteraciones, junto con los estudios de inclusiones fluidas, indican que la mineralización se habría originado a partir de soluciones cloruradas neutras a levemente alcalinas, con temperaturas de entre 215,5 y 316,5 °C, y salinidades de entre 0,53 y 3,55 % NaCl eq.

- El sistema geotermal que le dio origen a la mineralización estuvo activo durante el Jurásico Superior (156,5 ±0,9 Ma, Oxfordiano).

### Historia

Mina Martha representa un yacimiento de tipo bonanza dentro del espectro de yacimientos epitermales actualmente en explotación en el Macizo del Deseado, y sus características únicas permiten separarlo del resto de los yacimientos que caracterizan a la región.

La riqueza mineral de Mina Martha fue tal que durante años fue procesada en la planta de Cerro Bayo, en Chile, a donde era transportada en camiones. La actual planta procesadora, con capacidad para 8 toneladas diarias de concentrado mediante un proceso de flotación de sulfuros, fue inaugurada en marzo de 2008. Su puesta en marcha hizo posible abandonar el modus operandi anterior y darle mayor valor agregado y productividad a la mina. El concentrado es fundido en México”.

El Macizo del Deseado se caracteriza por la presencia de numerosos depósitos y manifestaciones epitermales, lo que permitió que definieron a esta región como una provincia metalogénica auro argentífera. La mayoría de las mineralizaciones

epitermales observadas en el área pueden clasificarse como del tipo Baja Sulfuración, sin embargo durante la última década se han definido algunos depósitos de tipo Polimetálico y otros de tipo Sulfuración Intermedia.

El sistema de vetas presente en Mina Martha fue descubierto por la Compañía Minera Polimet, subsidiaria de Yamana Resources Inc., quienes lo bautizaron Proyecto Bacon. El descubrimiento de los sectores de alta ley fue realizado durante una campaña de reconocimiento desarrollada en abril de 1997, donde muestreos arrojaron valores en superficie de hasta 1250 g/t Ag. En función de estos resultados se realizó una corta campaña de perforaciones de reconocimiento durante 1998, definiendo los primeros sectores de alta ley, con contenidos mayores a 5000 g/t de Ag.

Este descubrimiento llevó a la planificación de un intenso programa de perforaciones durante 1999, a lo largo de 75 metros en el rumbo de la veta Martha. Los resultados obtenidos permitieron definir tres bolsones contiguos de muy alta ley ("Veta Martha Silver Shoot"), con tenores tan elevados que permitían su embarque directamente a fundición. Considerando una profundidad de 35 metros, estos bolsones, contenían recursos por unas 3,7 millones de onzas equivalentes de plata (con una ley de corte de 5000 g/t Ag eq.) dentro de 6.259 toneladas de mena con ley promedio del orden de 15.000 g/t Ag.

En el año 2000 la empresa recibió la aprobación del estudio de impacto ambiental para la construcción de la mina, y firmó un acuerdo con un contratista para llevar a cabo el desarrollo y minado del yacimiento.

Dichas tareas estaban planeadas para comenzar en septiembre y diciembre respectivamente, sin embargo el inicio de la producción fue postergado hasta enero del 2001.

El primer envío de mineral partió en febrero de 2001, y las tareas de minado y envío continuaron hasta agosto de 2001, cuando una fuerte tormenta de nieve interrumpió las operaciones. Los envíos de mineral desde las pilas de acopio se retomaron en octubre y se sucedieron hasta diciembre de 2001, sin embargo las operaciones de minado nunca fueron retomadas.

Durante la corta vida de las operaciones realizadas por Yamana Resources Inc. en Mina Martha, se realizaron 17 envíos que totalizaron unas 3.628 toneladas de mineral, que luego de su paso por la fundición rindieron un total de 1.840.000 oz de Ag eq. Esto representó un 20% menos de las toneladas y un 40% menos de las onzas planeadas originalmente. Esta diferencia se debió principalmente a malos inviernos que retrasaron la producción, el uso de métodos de minado posiblemente inapropiados, y leyes inferiores a las anticipadas originalmente. Esta deficiencia en los contenidos de plata obtenidos, sumado al descenso de los precios de la plata hacia fines del 2001 hizo que Yamana tomará la decisión de buscar un comprador para las operaciones.

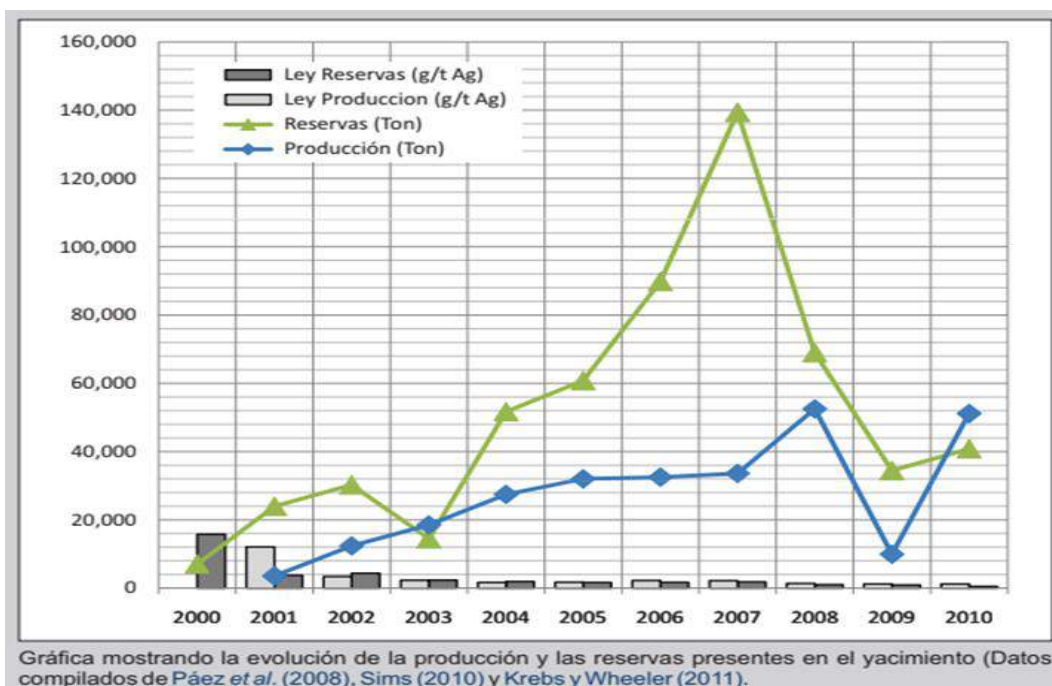
En abril de 2002, Coeur Argentina S.R.L. compró el 100% de las acciones de la Compañía Minera Polimet. Con esta compra Coeur adquirió Mina Martha y un paquete de proyectos altamente prospectivos alrededor del área de operaciones, que totalizan unas 65.000 Ha. En ese momento Mina Martha poseía un estimado de 24.000 tn de recursos y reservas, con una ley promedio de 2,66 g/t Au y 3.776 g/t Ag. El plan de desarrollo y explotación estuvo basado en almacenamiento de zafras (shrinkage stoping). Se seleccionó un contratista y el desarrollo de la mina comenzó en mayo de 2002.

El transporte del mineral se inició a finales de junio de 2002. Algo de mineral fue extraído durante las tareas de desarrollo, sin embargo, la mayoría del mineral transportado durante los dos primeros meses de actividad provino de las pilas de acopio dejadas en superficie por las actividades extractivas desarrolladas por Yamana. Para agosto de 2002, las pilas se agotaron y el mineral enviado provenía en su totalidad de las áreas desarrolladas de interior mina. El mineral extraído en Mina Martha era transportado en camiones más de 900 km para ser procesado en la planta de la Mina Cerro Bayo ubicada en Chile Chico, República de Chile, también propiedad de Coeur.

Hacia fines de 2002, fue descubierto un recurso de menor ley justo al este de los trabajos subterráneos. Una evaluación de este recurso mostró que era factible de ser extraído mediante minería de superficie. Se diseñó y abrió un rajo, y las actividades de minado superficial comenzaron en diciembre de 2002.

La exploración desarrollada en inmediaciones de Mina Martha en 2002, también definió una nueva zona de alta ley llamada R4, 100 m al este de la mina. La rampa de acceso a la veta R4 se inició en julio de 2003 y la extracción de mineral fue en octubre de 2003. Durante ese año también se realizaron tareas exploratorias adicionales en las áreas R4, R4A, Nordeste y en el sector de las Vetas Del Medio, que permitieron reconocer otros sectores de alta ley. Las actividades de exploración del 2004, permitieron dar a conocer el descubrimiento de dos nuevas estructuras mineralizadas con alta ley llamadas Francisca y Catalina. También en el 2004, se perforaron las vetas existentes en profundidad, permitiendo identificar varias áreas nuevas con alta ley en las Vetas Martha, R4, Del Medio, Del Medio Norte, y Belén. Hacia finales del 2004, las reservas se habían incrementado en un 290% respecto al 2003.

Durante el año 2005, Coeur anunció el descubrimiento de la veta Betty Oeste, ubicada a menos de un kilómetro al norte de la mina. Adicionalmente, las tareas exploratorias también definieron la extensión de las zonas mineralizadas de las vetas Martha y R4. Ese año las reservas se ampliaron en un 59% con respecto al año anterior. La exploración desarrollada durante el 2006 se enfocó principalmente en definir la continuidad a lo largo del rumbo y en profundidad de las estructuras mineralizadas Martha, R4, Catalina y Francisca. Como resultado las reservas incrementaron un 50% respecto al 2005 y se comenzó a construir una planta de procesamiento.



Durante el año

o 2007 se completó la construcción de una pequeña planta de concentración por flotación, que fue terminada hacia finales del año. Desde entonces todo el mineral extraído del yacimiento ha sido procesado en el lugar.

En su web, Coeur indica que la producción en la mina Martha en 2009 fue aproximadamente de 3,7 millones de onzas de plata y 4,709 onzas de oro, frente a 2,7 millones de onzas de plata y 3,313 onzas de oro en 2008. El aumento de 36,8% en la producción de plata se debió principalmente a un aumento del 90,0% en toneladas como resultado de una elaboración mayor de las existencias de mineral en 2009. Los costos en efectivo por onza de funcionamiento para 2009 fueron de 6,19 dólares por onza frente a 6,87 dólares por onza en 2008. Los costos totales en efectivo por onza de plata (que incluyen impuestos a la producción y regalías) fueron de 6,68 dólares en 2009 en comparación con los 7,57 dólares de 2008. La disminución de los costos totales en efectivo por onza se le atribuyó al aumento de la producción de plata, debido a un aumento significativo de toneladas molidas en 2009 y 2008.

En el año 2016 Cerro Cazador S.A. (subsidiaria de Hunt Mining Corp.) adquirió Mina Martha.

En enero de 2017, tras el reacondicionamiento de la fábrica, Hunt Mining Corp reanudó la producción de los bloques remanentes de mineralización de plata y oro



en la veta Martha. La fábrica tiene una capacidad probada de 240 toneladas por día, pero actualmente procesa una media de 120 toneladas por día y produce concentrados. Además, Hunt había estado verificando la mineralización histórica de estas y otras estructuras proximales con sus propios programas de zanjas y perforaciones e identificó una extensión de la veta Martha ("Martha West"), que fue extraída por métodos de tajo poco profundo en 2017.

Patagonia Gold adquirió la propiedad Mina Martha como parte de su adquisición inversa de Hunt Mining Corp. en 2019. La propiedad consta de aproximadamente 7.850 hectáreas de concesiones, varios edificios e instalaciones, equipo de apoyo y minería de superficie y subterránea, una planta de trituración, molienda y flotación de 480 toneladas por día (tpd - máximo), una instalación de relaves, varias reservas y vertederos de residuos, viviendas para empleados y cafeterías. Además, Patagonia Gold tiene acceso a las tierras de estancia que rodean la mina y el sitio del molino, que tienen un tamaño aproximado de 35.700 hectáreas.

Durante su período de propiedad, Hunt extrajo más de 26.000 toneladas de material mineralizado de Martha con una ley de 1,01 g/t Au y 771 g/t Ag y procesó ese material en la planta de procesamiento de Martha. Los concentrados se vendieron a una tercera empresa comercializadora de concentrados (Ocean Partners USA Inc.). Los ensayos de concentrado fueron producidos en la planta de Martha y verificados por Alex Stewart International (ASI), un laboratorio comercial independiente con instalaciones locales en Mendoza y Buenos Aires, Argentina.

Royal Gold Inc. posee una regalía del 2% de Retorno Neto de Fundición (NSR) sobre toda la producción de la propiedad Martha; la obligación por la cual se transfirió de Hunt a Patagonia Gold. Además, el gobierno provincial tiene una regalía del 3% de la producción futura.

### Infraestructura

La infraestructura del sitio del proyecto incluye oficinas, instalaciones de primeros auxilios, talleres y almacenes, polvorines, equipos de minería subterránea, servicios públicos de superficie y varios vehículos, circuitos de trituración y molienda (4 líneas; 120 toneladas por día - tpd - cada una, de flotación (dos líneas de limpiadores y devastadores), almacenamiento de relaves, tanques de agua,

almacenamiento de diésel, generación de energía diésel, comunicaciones por satélite y redes WIFI y LAN, entre otras.

En el sitio de la fábrica de Martha existen viviendas para los trabajadores y cafetería, aunque algunos empleados se hospedan en Gobernador Gregores. Aproximadamente 5 km al oeste de la antigua mina también cuenta con un campamento para 60 personas con instalaciones de alojamiento y comedor, almacén/almacén, una oficina y un laboratorio con química húmeda e incendios capacidades de ensayo. Algunas muestras de testigos históricos y de exploración se almacenan cerca del campamento.

Algunas aguas superficiales están disponibles en estanques y manantiales. Las aguas utilizadas en los procesos provienen de las actividades de desagüe de las operaciones subterráneas y también de explotaciones cercanas como la Mina Bety. El agua de uso doméstico consumido en el campamento se transporta en camiones desde Gobernador Gregores. Se suministra energía por generadores diesel in situ.

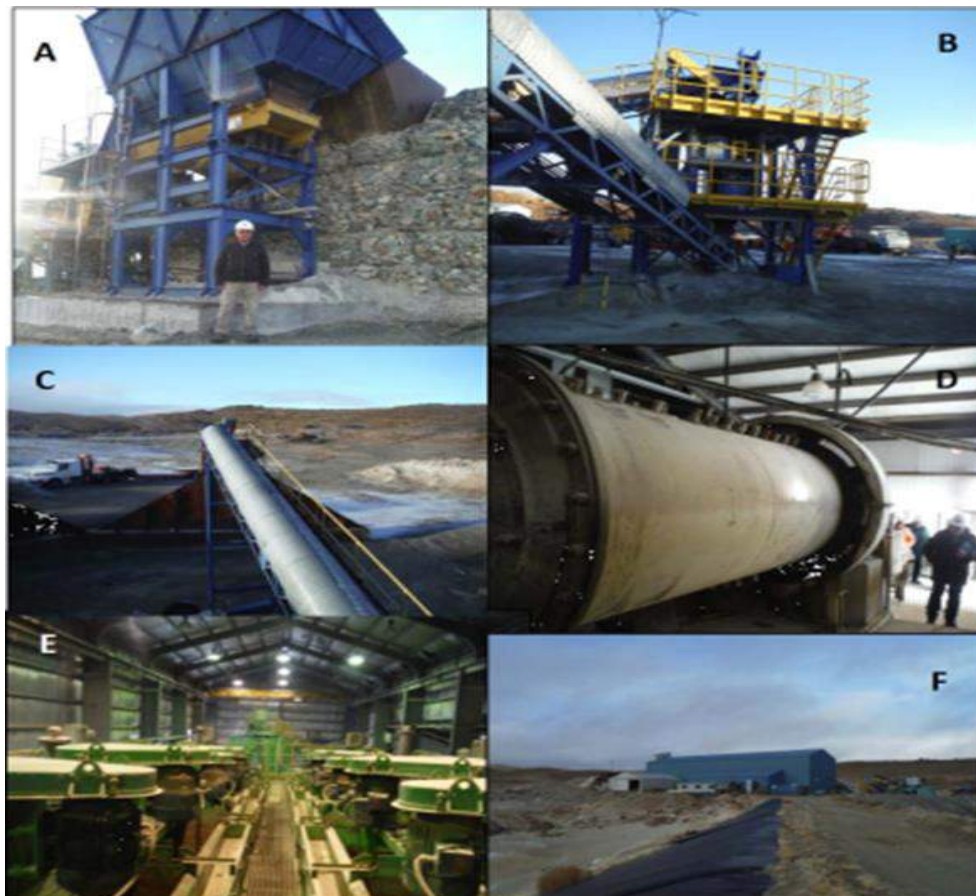


Figura N°: A. Trituradora primaria, B. Trituradora secundaria y muestreadora, C. Cinta transportadora para blending, D. Molino de bolas, E. Circuito de flotación, F. Relaves

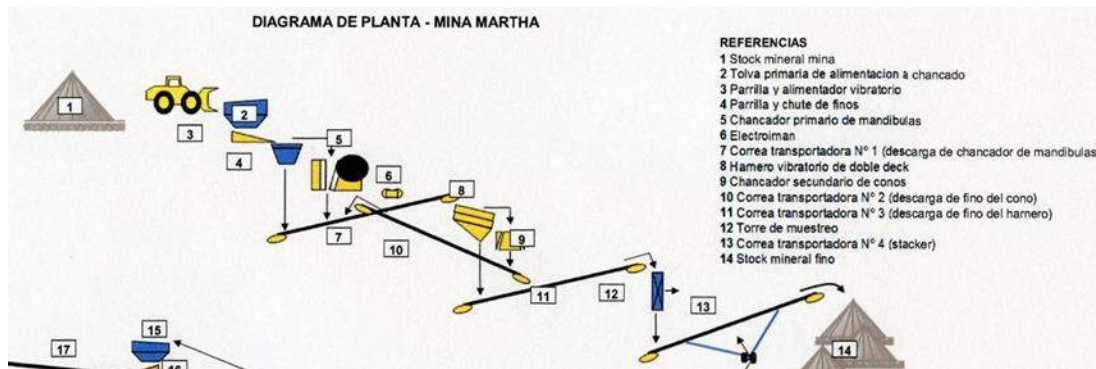
### Descripción de la planta

El material proveniente de mina es acopiado en un playón lindero a la planta, cada pila acopiada, es muestreada y etiquetada con su ley correspondiente. En función de sus leyes, se realiza un blending en la alimentación.

### Descripción del Circuito de Trituración y Molienda

A continuación, se describe la conformación de las dos etapas de trituración que atraviesa el material proveniente de mina. La planta procesadora cuenta con capacidad para 8 toneladas diarias de concentrado mediante un proceso de flotación de sulfuros.

No hay operaciones de recuperación de metales en Martha en este momento. El contiene una planta de trituración, molienda y flotación inactiva - nominalmente clasificada en 480 toneladas por día (tpd) - que se está limpiando y reparando en la medida de lo posible operaciones futuras.



### Cálculo de la Trituradora Primaria

Para la determinación del equipo de chancado primario, se estableció primero la razón de reducción requerida, teniendo en cuenta el tamaño del material proveniente de mina (20"), la alimentación al molino (menor a 3/4"), y el hecho de contar con dos etapas de trituración: una primaria, con mandíbula y una secundaria, de cono. Teniendo en cuenta estos datos y las razones de reducción en las que

trabajan normalmente los mencionados equipos, se definió como ratio un valor de 5 para la chancadora de mandíbulas:

$$\text{Razon de reducci3n} = \frac{F_{80}}{P_{80}} = \frac{508 \text{ mm}}{101.6 \text{ mm}} = \frac{20''}{4''} = 5$$

A continuaci3n, se defini3 la cantidad de horas diarias de funcionamiento de la trituradora, que deben bastar para procesar las 480 tn de mineral diario. De com3n acuerdo, se eligi3 una jornada de 8 hs de chancado, lo que implica procesar 60 tn por hora:

$$480 \frac{\text{tn}}{\text{día}} / 8\text{hs laborales} = 60 \text{ tn/hs}$$

A continuaci3n, se determin3 el Gape de la trituradora en funci3n del tama3o m3ximo que viene de mina, 20" (508 mm):

$$GAPE = \frac{508\text{mm}}{0.8} = 635 \text{ mm} = 25''$$

Se procedi3 a calcular el valor X, que condiciona la elecci3n del tipo de trituradora m3s recomendable (mandíbulas o giratoria) para el uso que se plantea:

$$X = \frac{60 \text{ tn/hs}}{(25'')^2} = 0.096$$

Al tener un X menor a 0.115, la elecci3n m3s recomendable es una trituradora de mandíbulas.

Por 3ltimo, se calcula la capacidad requerida en  $m^3$  por hora, en funci3n de la densidad aparente del material, y teniendo en cuenta un factor de servicio de 1.5 (1.5 trituradoras primarias y 1.25 para los dem3s equipos), para posibles sobrecargas:

$$\text{Capacidad} = \frac{60 \text{ tn/hs}}{1.8 \text{ tn/m}^3} * 1.5 = 50 \text{ m}^3/\text{hs}$$

Con el valor de la capacidad y el tamaño de producto (4”), se ingresó a la siguiente tabla provista por Metso, obteniéndose como resultado el modelo **Trituradora de Mandíbula Metso 8050 E 800x500** con capacidad de 65-88 m<sup>3</sup>/h, con un set de APF de 4”.

Tabela 2 - Capacidade de produção (m<sup>3</sup>/h) de britadores de mandíbulas de um eixo em circuito fechado (apud 2)

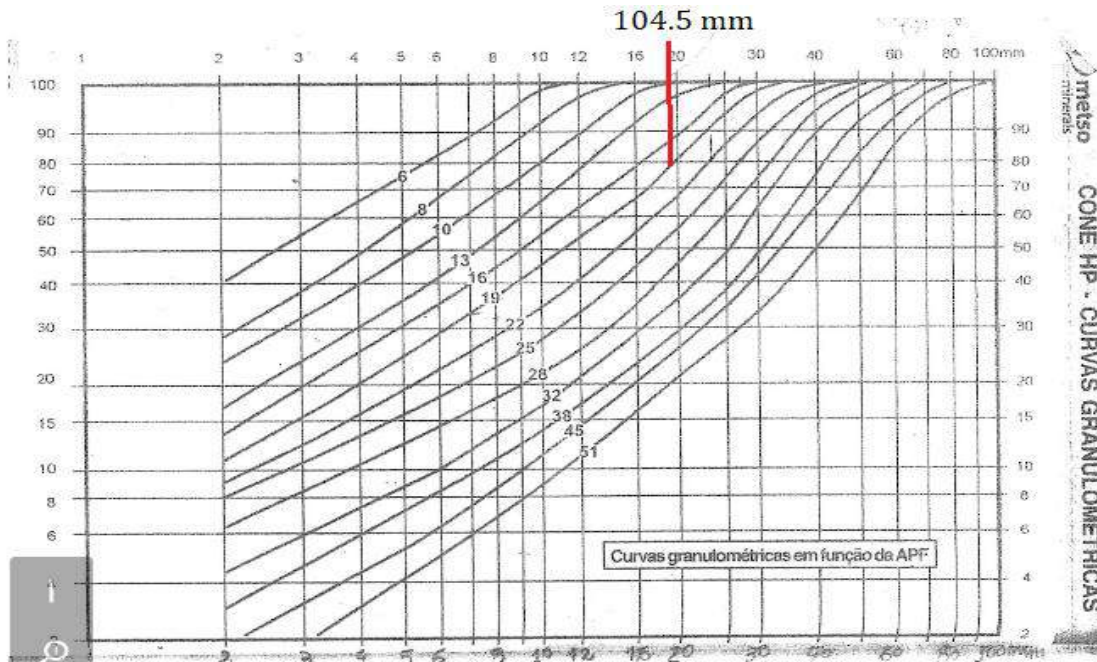
Máquina	Boca de alimentação (mm)	Movimento de mesa (pol.)	Abertura da boca de saída - Posição fechada																		
			1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	12"		
2015E	200x150	1/2"	1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6,5														
3020E	300x200	3/4"			5-6,5	6-8	8-10	10-13													
4230E	420x300	3/4"			7-8	8-10	10-13	12-15	15-20												
6240E	620x400	3/4"				17-22	22-29	28-35	39-50	42-52	44-55										
8050E	800x500	1"						45-56	55-72	60-80	65-88	72-95	77-100	88-115							
10060E	1000x600	1"							72-95	76-105	88-115	95-130	105-140	120-160	140-180	155-200					
10080E	1000x800	1"							78-120	90-140	100-155	110-170	140-200	160-230	177-200	200-290					
12090E	1200x900	1"								130-180	145-205	155-230	185-275	210-310	240-370	265-410	280-450				
150120E	1500x1200	1 1/2"											260-390	300-430	350-520	390-590	405-600	470-690			

Tabla: Trituradoras de Mandíbulas Metso, en función de la capacidad.

### Cálculo de la Trituradora Cono

Para el dimensionamiento de la trituradora secundaria, se tiene en cuenta que el F80 es de 4”, mientras que el producto de la misma debe ser menor a 3/4”, de modo que la razón de reducción es de 5,33:

### Procedimientos para el cálculo de la Trituradora Cono:



$$x = \text{antilogaritmo} \left( \frac{2 * 104.5 \text{ mm}}{161 \text{ mm}} \right) = 19.86 \text{ mm} = 0.78 \text{ pulg} \approx 3/4".$$

1. Cálculo del GAPE.

$$GAPE = \frac{4"}{0.8} = 5" = 127 \text{ mm}.$$

2. Cálculo de Razón de Reducción R80.

$$R_{80} = \frac{4"}{3/4"} = \frac{16}{3} = 5.33$$

3. La energía absorbida se saca en función del WI, el P80 y el R80, además se hace un cambio de unidades de toneladas cortas a toneladas métricas.

$$R_{80} = 16/3$$

$$P_{80} = 3/4" = 19050 \mu\text{m}.$$

$$E_a = 16 \text{ KWh}/\text{tnc} \times \frac{1 \text{ tnc}}{0,907 \text{ tn}} \times \left( \frac{\sqrt{16/3} - 1}{\sqrt{16/3}} \right) \times \sqrt{\frac{100}{19050 \mu\text{m}}} = 0.725 \text{ KWh}$$

4. La potencia del motor se saca en base a la energía absorbida, el flujo másico de alimentación y un factor de seguridad, en este caso igual a 1,2.

$$W_m = 1.2 \times 0.725 \times 1.34 \frac{\text{HP}}{\text{KW}} \times 60 \text{ tn/h.} = 63.44 \text{ HP}$$

Datos para entrar en tabla para selección de máquina:

- **Tamaño máximo de entrada= 4"= 101.6 mm.**
- **Tamaño de descarga "Set" = ¾"**
- **Potencia del motor = 63.44 HP**
- **Capacidad = 60 tn/h**

Usando las tablas provistas por el fabricante Metso, se eligió una **Trituradora de Cono HP 200 de cabeza estándar**, con capacidad de 150-190 tn/h (APF), cámara gruesa de ajuste mínimo "A" de 19 mm y una abertura de alimentación "B" de 185 mm.

Capacidades<sup>1</sup>

AJUSTE POSIÇÃO FECHADA												
Modelo	6 mm	8 mm	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	32 mm	38 mm	45 mm	51 mm
HP 100	45-55	50-60	55-70	60-80	70-90	75-95	80-100	85-110	100-140			
HP 200			90-120	120-150	140-180	150-190	160-200	170-220	190-235	210-250		
HP 300			115-140	150-185	180-220	200-240	220-260	230-280	250-320	300-380	350-440	
HP 400			140-175	185-230	225-280	255-320	275-345	295-370	325-430	360-490	410-560	465-630
HP 500			175-220	230-290	280-350	320-400	345-430	365-455	405-535	445-605	510-700	580-790
HP 800			260-335	325-425	385-500	435-545	470-600	495-730	545-800	600-950	690-1050	785-1200

Capacidade instantânea do britador em t/h. com material de densidade aparente de 1,6 t/m<sup>3</sup>.

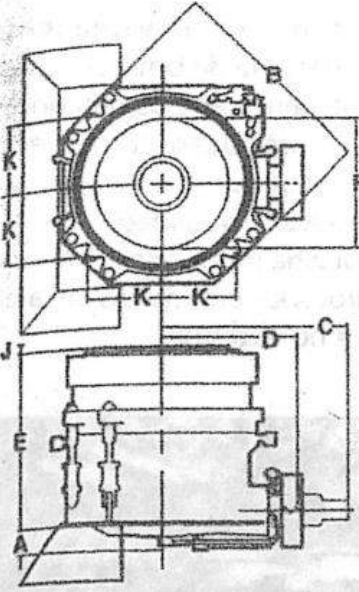
**metso**  
minerals

## CONES HP SELEÇÃO DA CÂMARA DO BRITADOR

Modelo	Câmara	STANDARD		CABEÇA CURTA	
		Ajuste mínimo "A" <sup>1</sup> mm (pol.)	Abertura de alimentação "B" <sup>2</sup> mm (pol.)	Ajuste mínimo "A" <sup>1</sup> mm (pol.)	Abertura de Alimentação "B" <sup>2</sup> mm (pol.)
HP 100	Extra fino			6 (0,24")	20 (0,79")
	Fino			9 (0,35")	50 (1,97")
	Médio			9 (0,35")	70 (2,76")
	Grosso			13 (0,51")	100 (3,94")
	Extra grosso			21 (0,83")	150 (5,91")
HP 200	Extra fino	—	—	6 (0,24")	25 (0,98")
	Fino	14 (0,55")	95 (3,74")	6 (0,24")	25 (0,98")
	Médio	17 (0,67")	125 (4,92")	6 (0,24")	54 (2,13")
	Grosso	19 (0,75")	185 (7,28")	10 (0,39")	76 (2,99")
	Extra grosso	—	—	—	—

**metso**  
minerals

## CONES HP - PESOS E DIMENSÕES



Modelo	HP 100	HP 200	HP 300	HP 400	HP 500	HP 800
Britador completo (kg)	5.400	10.400	15.810	23.000	33.150	64.100
Bojo, revestimento (kg)	1.320	2.680	3.525	4.800	7.200	15.210
Manta, placa de alimentação (kg)	600	1.200	2.060	3.240	5.120	9.300
Potência máxima recomendada kW (hp)	90 (120)	150 (200) <sub>a</sub>	200 (268)	315 (422)	355 (476)	600 (804)
Rotação do contra-eixo (rpm)	750 a 1200	750 a 1200	700 a 1200	700 a 1000	700 a 950	700 a 950



### Factor de Reducción Global

El factor de reducción para las dos etapas de trituración en conjunto es el siguiente:

$$\text{Factor de Reduccion Global: } \frac{F80}{P80} = \frac{20''}{3/4''} = 26.66$$

### Cálculo de Carga Circulante

1. Calcular el porcentaje en descarga de trituradora (R2).

$$R2 = \frac{\text{over} * 100}{e + \text{under} - 100} = \frac{20 * 100}{75 + 80 - 100} = 36.36\%$$

2. Calcular la Carga Circulante.

$$Cc = \frac{36.36 * 60 \text{ tn/h}}{100} = 21.816 \text{ tn/h}$$

3. Calcular Alimento compuesto de la Zaranda.

$$FC = F + Cc = 60 \text{ tn/h} + 21.826 \text{ tn/h} = 81.816 \text{ tn/h}$$

### Cálculo de Zaranda

Para el cálculo de la zaranda se siguieron los siguientes pasos:

Cálculo de Área:

#### **ÁREA**

$$= \frac{T(\text{m}^3/\text{h}) * P(\text{factor del conocimiento del proceso})}{C(\text{f de capacidad}) * M(\text{f de material retenido}) * K(\text{f de corrección}) * K(\text{f de corrección})}$$

1. Capacidad.

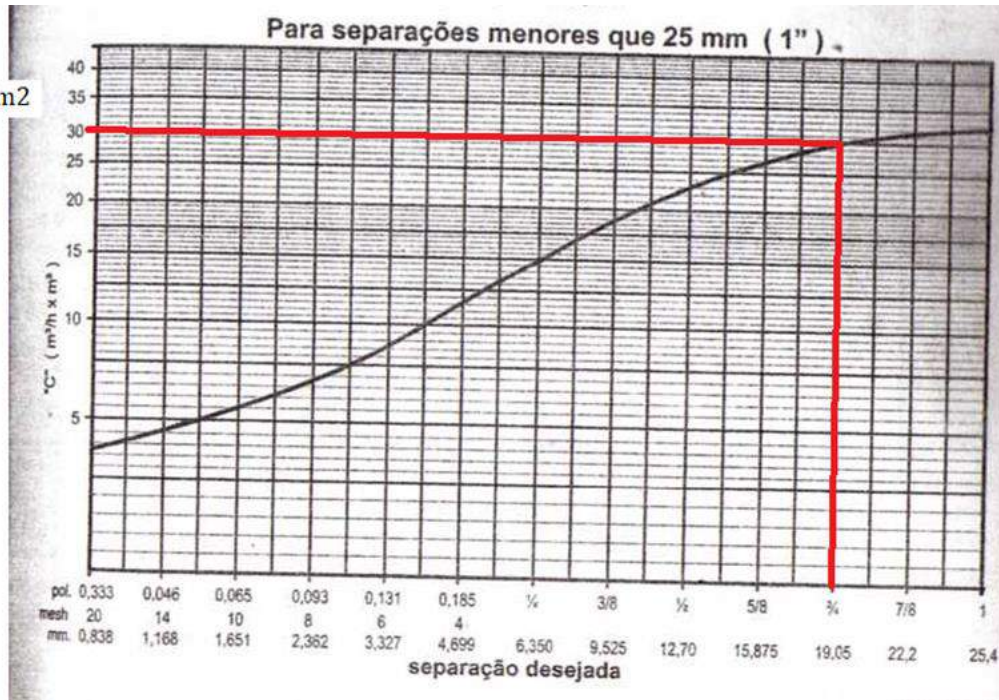
$$T(\text{alimentación}) = \frac{81.816 \text{ tn/h}}{1.8 \text{ tn/m}^3} = 45.45 \text{ m}^3/\text{h}$$

2. Factor C

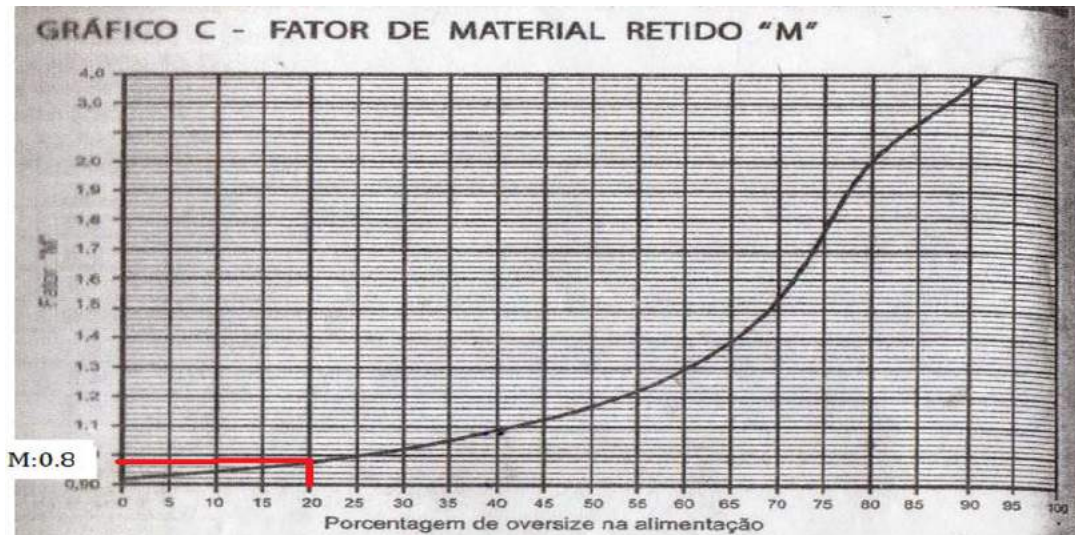
Por gráfico B tenemos que C: 30

Utilizamos esta gráfica porque son para tamaños menos de 1"

C: 30 m<sup>3</sup>/h\*m<sup>2</sup>

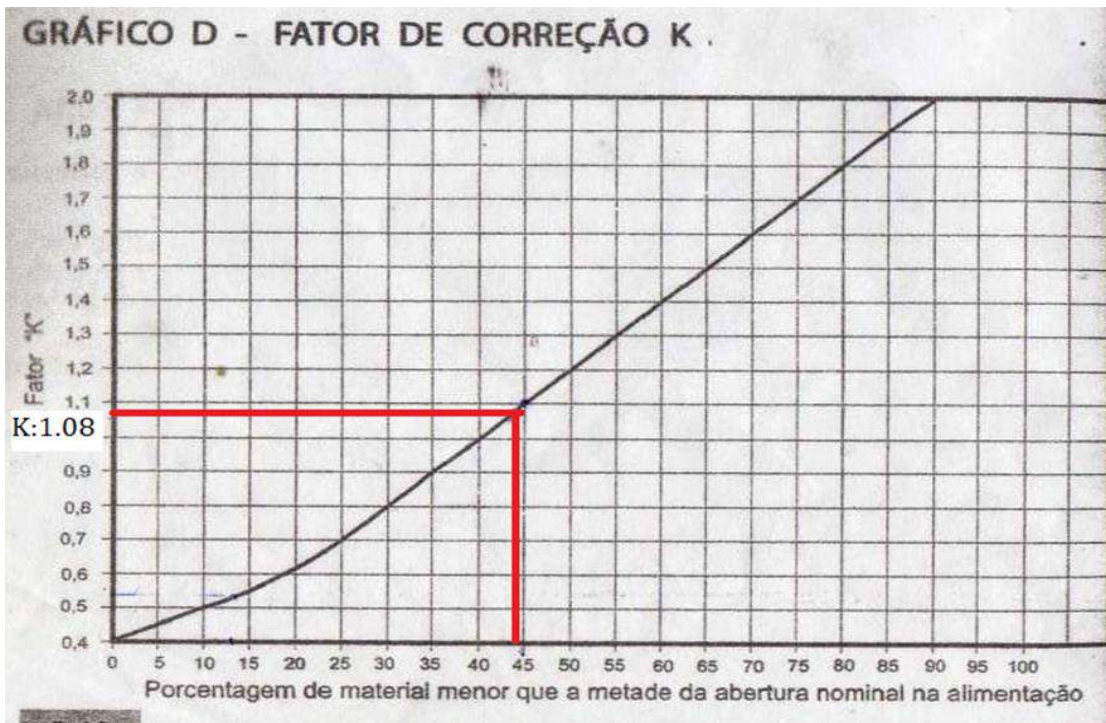


3. Por gráfico C usando el rechazo de la zaranda podemos calcular el  $M = 0,8\%$
4. factor M



5. factor K

Por gráfica del fabricante tenemos que el pasante es  $3/8$  "es  $K = 1,08$



#### 6. Factor Qn

$$Q_n = Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times Q_4 \times Q_5 \times Q_6 \text{ donde:}$$

$$Q_1 = 1; Q_2 = 1; Q_3 = 1; Q_4 = 1; Q_5 = 1; Q_6 = 1.1$$

$$Q_n = 1 \times 1 \times 1 \times 0.85 \times 1 \times 1.1 = 0.935$$

#### CÁLCULO DEL ÁREA:

$$\text{Área} = \frac{45.45 \text{ m}^3/\text{h} * 1}{30 * 0.8 * 1.08 * 0.935} = 1.87 \text{ m}^2$$

#### **Selección de la máquina.**

Por gráfica obtenemos que la máquina va a ser el modelo LH 5" X 14" SD de 1525 mm x 4522 mm.

Modelo	Cant. de pisos	Peso total (kg)	Volumen export. (m³)	Vibrador (2 X)	Motor* (2 X) hp	Area del piso (m²)	Dimensiones del cuadro (mm)
LH 5' x 12' DD	2	4800	13,2	V-100A	10	5,58	1525 x 3660
LH 5' x 14' SD	1	4260	18,9	V-100A	10	6,89	1525 x 4522
LH 5' x 14' DD	2	5600	23,2	V-100A	10	7,44	1525 x 4877
LH 5' x 16' SD	1	6930	23,2	V-100A	10	8,95	1835 x 4879
LH 5' x 16' DD	2	7750	28,5	V-100A	10		
LH 6' x 16' SD	1	5400	22,2	V-100A	10		
LH 6' x 16' DD	2	7580	27,2	V-100A	10		

#### VELOCIDAD DE TRANSPORTE DE MATERIAL

Tipo de zaranda	Velocidad m/min.
Zaranda horizontal de movimiento lineal	12 - 15
Zaranda inclinada a 20 grados de movimiento circular (clasificación grande)	30 - 35
Zaranda inclinada a 20 grados de movimiento circular (clasificación final)	25 - 30
Zaranda banana CBS de inclinación variable con movimiento circular	Inicio: 45 — Descarga: 25
Zaranda banana de alta inclinación y movimiento circular	Inicio: 60 — Descarga: 20-30
Zaranda F - para finos, de alta frecuencia y movimiento lineal	9 - 10

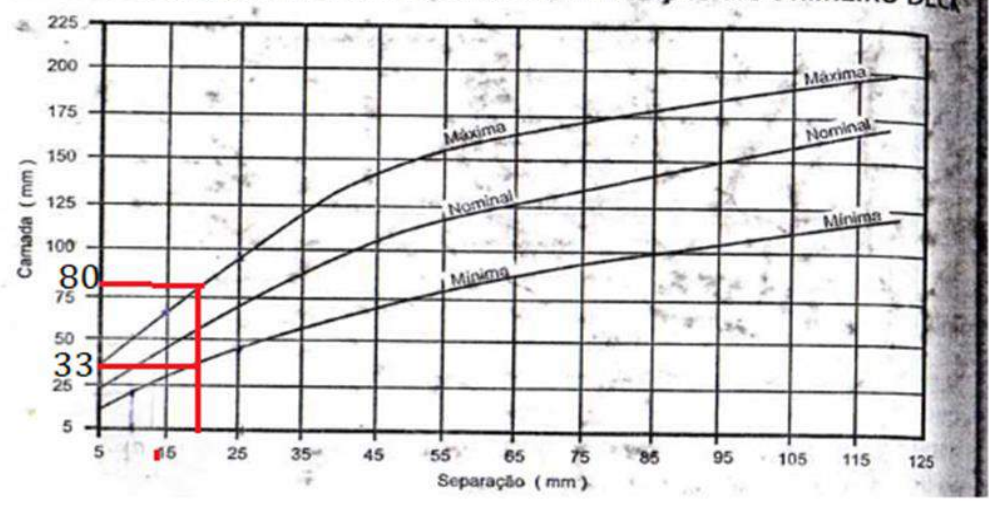
Altura de la cama (mm).

$$D (\text{altura de cama en mm}) = \frac{100 * 45.4 \text{ m}^3/\text{h}}{6 * 12 \text{ metros}/\text{min.} * (1.525\text{m} - 0.15)}$$

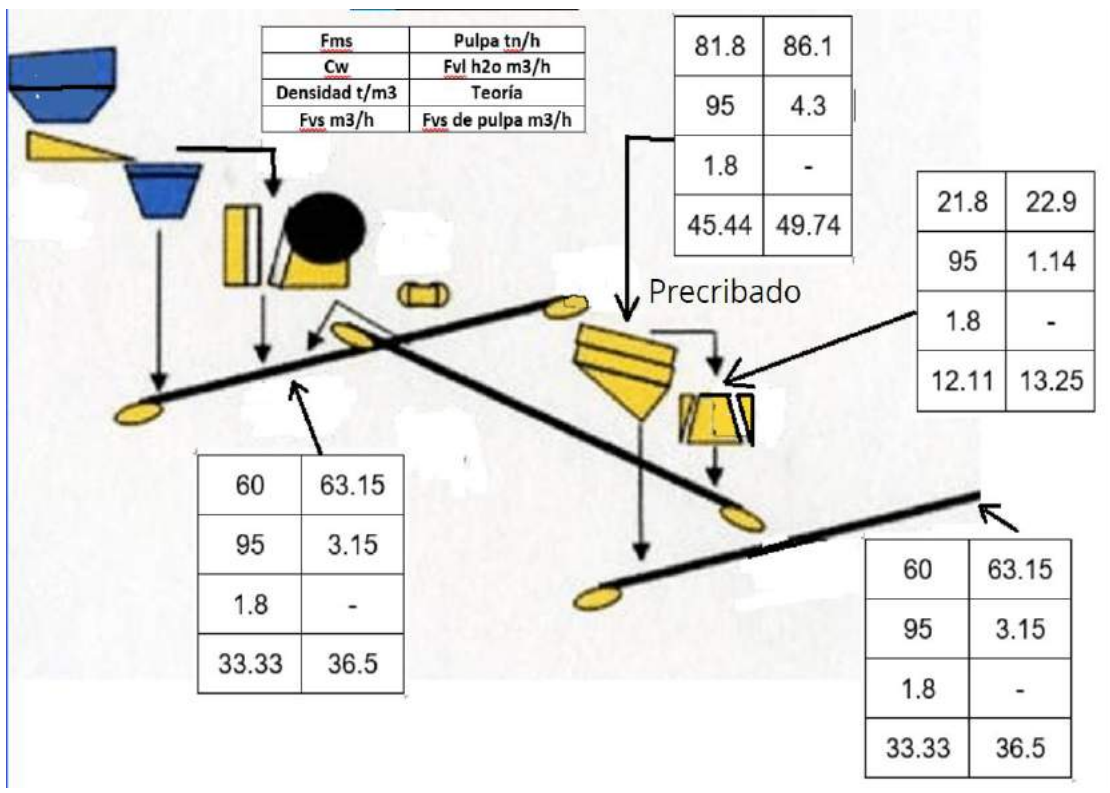
$$= 45.86 \text{ mm}$$

Con la siguiente tabla comprobamos que D quede dentro del rango de (47 mm, 98 mm)

### ESPESSURA RECOMENDADA DE CAMADA DE ALIMENTAÇÃO NO PRIMEIRO DECK



Flujograma



**Anexo 5** (Estudio de caso cohorte 2022 Foto 1 y 2 de grupos luego de exponer)



Foto 1 (Grupo 1 –Participación de exposición)



Foto 2 (Grupo 2 –Participación de exposición)

## **Anexo 5A (Devoluciones del Docente –para Grupo 1 y 2).**

### **Parcial N°2: (grupo N°1)**

Alumnos: Edgardo Risma. • Agustín Camargo. • Facundo Magallanes. • Gonzalo Sosa. • Heber Ibañez. • Carlos Quiroga.

En términos generales el examen está bien, respecto a la introducción, bien expresada y entendible. Respecto a la parte técnica, se observó en algunos integrantes que no podían vincular las curvas de distribución de tamaños con los datos, inclusive algunos errores conceptuales como por ejemplo colocarle unidades a la razón de reducción, además les cuesta exponer sobre todo con terminología técnica. Respecto a los cálculos de dimensionamiento bien realizados, y tomaron en cuenta las correcciones expresadas en la exposición, en relación a la toma de decisiones bien considerados los supuestos con respecto a los tiempos de trabajo. Faltó en el informe colocar la bibliografía de donde investigaron o sacaron los datos.

Nota final de parcial: 8 (ocho). Aprobados.

**Parcial N°2: (grupo N°2)** Alumnos: Candela Lucero, Juan Rolon, Natalia Di Carlantonio, Franco Luna, Ain Funes Escudero, Lautaro Quiroga. En términos generales el examen está bien, se notó al exponer algunas dificultades técnicas de terminología en algunos integrantes del grupo, quizás porque falta maduración en los temas del examen. Con respecto a la introducción para entender los datos de la planta muy simplificada deberían haberse agregado más datos al menos 5 min de introducción para entender que se explotaba y como lo hacen. Respecto a la parte técnica hubo algunas decisiones asumidas como por ejemplo la de la zaranda 1 donde no dio altura de lecho, se debió buscar más información o bien otra zaranda que si cumpliera especificaciones quizás de otro proveedor, respecto a las preguntas de tomas de decisión bien considerados los puntos de vista, en relación a dimensionamiento, bien los cálculos según los supuestos tomados. Como recomendación general, repartir mejor las tareas para cada integrante, se observó que algunos de ustedes tenían todo lo simple y otros lo más complejo, recordar que si el trabajo es grupal todos deben participar.

Nota final de parcial: 9 (nueve). Aprobados

**Anexo 6 (Trabajo modelo de PDC pensar, dialogar, compartir propuesto por docente).**

Trabajo colaborativo (Pensar, dialogar, compartir), posteriormente debate en clases en forma grupal:

Materia: Planta de tratamiento de minerales: (Año 2022).

Fecha:

Nombre de estudiantes, integrantes de (Grupo N°2):

a) Preguntas:

Nombre del tema dictado:

Expresar tres preguntas sobre los temas tratados más relevantes en Unidad N°1 dictada hasta el momento en clases.

1)

2)

3)

Respuestas:

Nombre de integrantes (Grupo N°1):

b) Responder las preguntas planteadas por el grupo N°2

1)

2)

3)

c) Debate en grupo de estudiantes, actuando docente como mediador.



## Anexo 6 A (trabajo de P-D-C desarrollado por los estudiantes).

Trabajo colaborativo (Pensar, dialogar, compartir), posteriormente debate en clases en forma grupal:

Materia: Planta de tratamiento de minerales: (Año 2022).

Fecha: 30/3/22

Nombre de estudiantes, integrantes de (Grupo N°2): Lucero, Ruma, Magallanes, Quiraga L, Polon, Funes Escudero.

a) Preguntas:

Nombre del tema dictado:

Expresar tres preguntas sobre los temas tratados más relevantes en Unidad N°1 dictada hasta el momento en clases.

- 1) ¿Qué es la recuperación masica y metalurgica?
- 2) ¿Qué información lleva un banderín?
- 3) Definir las operaciones unitarias.

Respuestas:

Nombre de integrantes (Grupo N°1): Comargo Agustín, Heber Ibañez, Carlos Quiraga, Genaro Sosa, Franco Lina

b) Responder las preguntas planteadas por el grupo N°2

- 1) En la recuperación masica se dice en cuanto los kilos es aumentado y en el concentrado obteniendose un porcentaje que indica la cantidad de mineral de la aumentación que paso al concentrado. La recuperación metalurgica es un concepto analogo para la relación los contenidos metalicos tambien es la aumentación y concentrado
  - 2)
 

$F_{ms}$ → Fijo masica de solidos $C_w(\%)$ → Porcentaje de solidos en peso $\rho_s$ → Densidad de solidos	$F_{mp}$ → Fijo masico de pulpa $F_{vH_2O}$ → Fijo volumetrico de H <sub>2</sub> O $L_{ez}$	$F_{vs}$ → Fijo vol. solidos $F_{vp}$ → Fijo vol. Pulpa
--	---	--
  - 3) Una operacion unitaria es cada uno de los elementos que componen un flujoograma (trituradores, molinos, concentradores, desaguados, etc.) como principales o tambien auxiliares como bombas, cintas trasport, etc.
- c) Debate en grupo de estudiantes, actuando docente como mediador.

## Anexo 7 Modelo de D (debate) vía Virtual.

### PREGUNTAS FINALES: (TOMA DE DECISIONES)

¿Si hipotéticamente su jefe les pidiera a ustedes como ingenieros aumentar el proceso productivo el 50 % de su capacidad en la planta de trituración que calcularon, qué decisiones le recomendarían? Seguir los pasos debajo

1) **Debatir**, entre ustedes y ver cuál es la decisión más adecuada háganlo por mail (Único mail) y me ponen en copia puede ser que coincidan o tengan alternativas diferentes, en ambos casos son válidas.

2) ¿**Enunciar**, que harían para poder solucionar el inconveniente, dejarían las mismas máquinas y las disposiciones tal cual están en el circuito actual, si es afirmativo porque y si no es afirmativo y realiza modificaciones cuáles serían? La planta en todas las ocasiones (tanto actual – Como con aumento de capacidad) trabajaría las 24 horas, las cintas transportadoras aumentando su velocidad cubren la nueva demanda de carga, hay limitaciones en costos y debe buscarse la alternativa más viable, tienen disposición de espacio en la planta para aquellas modificaciones que realicen, pueden plantear más de una opción, no deben dimensionar nada.

## **Anexo 7A Modelo de D (debate) vía Virtual-contestado por estudiantes**

### **DEBATE VIA ELECTRÓNICA (05/02/2020) (por mail)**

#### **Conclusión**

Coincidimos en este análisis, que se realizó un cambio de esquema siempre con el objetivo de reducir lo mayor posible el costo.

Realizando algunos cambios como zarandas, pero manteniendo dos trituradoras y agregando una.

El mar., 5 may. 2020 a las 19:05, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

Finalmente, se podría resumir el análisis en:

- Tolva de alimentación, es necesario chequear en el terreno su capacidad y de ahí ver si es necesario un cambio.
- A causa del aumento del caudal todas las zarandas deberían ser cambiadas.
- Ninguna de las trituradoras debería ser reemplazadas, pero en la etapa terciaria quizás debería ser agregada en paralelo otro equipo de fragmentación como una HP 100 y así suplir la falta de capacidad.

El mar., 5 may. 2020 a las 18:39, Ailin Pereyra (<[ailingisella@gmail.com](mailto:ailingisella@gmail.com)>) escribió:

#### **Trituradora Terciaria**

Si se respeta la densidad aparente, como en esta parte se eligió un Modelo HP 400, una trituradora de cono cabeza corta con un set de 3/8", con una capacidad entre 140-175 t/h para un mineral de densidad 1.6 t/m<sup>3</sup> y una cámara de trituración gruesa. La alimentación que cubría en principio es de 180 t/h con una carga circulante de 80 %, es decir, 144 t/h .

Si aumentamos el 50%, tendríamos 216 t/h. Este modelo no cubre la capacidad requerida.

Por lo que en vez de cambiarla, con las cintas transportadoras se puede dividir la masa y agregar otro modelo de cono de cabeza corta con el mismo set pero con capacidad suficiente para cubrir la alimentación entre ambos.

Se puede agregar el Modelo HP 100 del mismo set, con una capacidad entre 55-70 t/h. entonces quedaría complementando con el otro modelo HP 400.

El mar., 5 may. 2020 a las 18:30, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

Si estoy de acuerdo, el modelo C125 es más que suficiente.

Luego es necesario pasar a trituración secundaria, donde el equipo en cuestión es una HP 400 "estándar" este posee una capacidad de hasta 370 t/h (para el set de 1") es decir verifica el requerimiento de 290 t/h de alimentación.

Por último en lo que respecta a trituración, esta la trituradora terciaria la cual es una HP 400 de cabeza corta, la cual según su set tiene una capacidad de 175 t/h pero esta es para un mineral de densidad 1,6 t/m<sup>3</sup>. En nuestro caso el anterior tiene una densidad de 2,4 t/m<sup>3</sup> podríamos tomar la capacidad como 262,5 t/h (ajustada por

densidad) y el flujo másico que pasaría por el equipo sería de 216 t/h. Al parecer no sería necesario cambiar ninguna de las trituradoras de cono.

El mar., 5 may. 2020 a las 17:56, Ailin Pereyra (<[ailingisella@gmail.com](mailto:ailingisella@gmail.com)>) escribió:  
**Tolva y Zarandas**

Coincido, debido que se necesita medir la tolva para poder saber si cubriría la capacidad requerida y las zarandas ambas también cambiarlas ya que si aumenta la alimentación su área también por lo que cambia el modelo elegido de ellas.

**Trituración Primaria:**

El modelo que se eligió para la trituradora de Mandíbula fue el modelo C125 del catálogo Metso "Trituradoras de Mandíbulas" con densidad de 1.6 t/m<sup>3</sup> por tabla. Este modelo tiene una capacidad de 290 t/h para un set de 4" = 100 mm pero en nuestro caso la densidad del mineral es 2.4 t/m<sup>3</sup>, por tal motivo se realizó la corrección dando una capacidad corregida (Cc)= 435 t/h.

En el circuito original se tiene una alimentación de 180 t/h, si aumentamos el 50% de su capacidad, este sería 90 t/h más, es decir, en total □ 270 t/h, serían la nueva alimentación fresca.

Pero como dicho modelo mencionado C125 tiene la capacidad suficiente (290 t/h □ Cc=435 t/h) para cubrir este aumento de alimentación.

Por lo tanto, no se modificaría la trituradora Primaria para este nuevo circuito.

El mar., 5 may. 2020 a las 17:52, Lautaro Pereyra (<[lautaropereyra14@gmail.com](mailto:lautaropereyra14@gmail.com)>) escribió:

En un principio para ver si el circuito en cuestión, podría trabajar o no, con el aumento de carga es necesario revisar la capacidad de los equipos.

El mar., 5 may. 2020 a las 16:58, Ailin Pereyra (<[ailingisella@gmail.com](mailto:ailingisella@gmail.com)>) escribió:

En el comienzo del proceso hay una tolva de alimentación, para el caso de esta es necesario ir al terreno y medir el volumen que posee y así con el volumen de mineral volado ver si verifica o si es necesario reemplazarla.

Luego están las zarandas, las cuales se chequean con la ecuación del área activa dada por la cátedra. Se puede vislumbrar que un aumento del 50% del caudal derivaría en un incremento análogo del área, por ende, están también requerirían ser reemplazadas.

## Anexo 8 (Planilla de C- coevaluación propuesta por docente).



Trabajo colaborativo (coevaluación), posteriormente debate en clases en forma grupal (Tiempo estimado 10 min).

Materia: Planta de tratamiento de minerales: (Año 2022).

Fecha: 20-4-2022

Nombre de estudiantes, integrantes de (Grupo N°1): Luna - Di Cerreto - Rismel - Funes - Lucero

a) Preguntas:

Nombre del tema dictado: TRITURACIÓN - CARGA CIRCULANTE (UNIDAD N°2).

Responder las siguientes preguntas sobre los temas tratados más relevantes en Unidad N°2 dictada hasta el momento en clases.

- 1) ¿Nombre las etapas de trituración, las máquinas utilizadas en cada etapa y los respectivos tamaños de alimentación y producto y en base a que se selecciona una trituradora de mandíbula?

(INFO DETRAS)

- 2) ¿Describa el funcionamiento de una trituradora giratoria y sus componentes, y en base a que se selecciona de manual?

(INFO DETRAS)

- 3) ¿Describa el funcionamiento de una trituradora secundaria y sus componentes y en base a que se elige desde un catálogo?

(INFO DETRAS)

Nombres del grupo coevaluador (Grupo N°2): Ibañez, Comargo, Sosa, Magallanes, Quiroga

Correcciones y agregados:

1) Esto completo ✓

2) Esto completo ✓

3) Esto completo ✓

## Anexo 8A (Planilla de coevaluación realizadas por los estudiantes).

1. Las etapas de trituración son:

- Primaria → - mandíbula  
- giratoria } Alimentación: 1500 mm - 750 mm  
Producto: 162 - 100 mm
- Secundaria → - cónicas  
- giratoria de reducción  
- de impacto } Alimentación: 623 mm  
- de rodillos } Producto: 400 - 18 mm
- Terciaria → - de impacto  
- cónicas  
- de rodillos  
- de martillo } Alimentación: 250 mm  
Producto: 42 - 0,8 mm
- Cuaternaria → - Chancadora de disco giratorio } Alimentación: > 50 mm  
Producto: 42 mm

Una trituradora de mandíbula se selecciona en base a

- Potencia del Motor
- GAPE
- Set
- Capacidad

El

El funcionamiento de la trituradora giratoria se basa en el mov. excéntrico de una cabeza cónica de trituración en posición normal dentro de una cámara de tritur. ~~de~~ cuya geometría es la de un cono en posición inversa. Generalmente el mov. excéntrico de la cabeza de trituración es máximo en la parte inferior, anulándose en la parte superior (arriba). Al ingresar material por la parte superior y a medida que desciende por el cuerpo de la máquina, el movimiento excéntrico comprime el material fragmentándolo.

Las partes principales son:

- Manteles
- Corno de Molenda
- Sist. Excéntrica
- Araña
- Cámara de trituración
- Poleas y eje secundario, eje primario
- Motor

Es una chancadora giratoria modificada, tiene la cámara de chancado adaptada para aumentar la capacidad y la razón de reducción del mineral. Se selecciona por entrada de admisión, set, ~~capacidad~~ capacidad, potencia en HP y tipo de cámara que puede ser estándar o cabeza corta.

se debate en clases  
con el docente.

*[Firma]*  
Romero



Trabajo colaborativo (coevaluación), posteriormente debate en clases en forma grupal (Tiempo estimado 10 min).

Materia: Planta de tratamiento de minerales: (Año 2022).

Fecha: 20/04/22

Nombre de estudiantes, integrantes de (Grupo N°2): Quiroga, Sosa, Ibañez, Comargo, Magallanes

a) Preguntas:

Nombre del tema dictado: Zarandas (UNIDAD N°3)

Responder las siguientes preguntas sobre los temas tratados más relevantes en Unidad N°2 dictada hasta el momento en clases.

- 1) ¿cuáles son las funciones del cribado, y en base a que parámetro se selecciona una zaranda de manual?
 

La función principal es lograr una separación de tamaños por las partículas; impedir que triture material que ya posee un tamaño menor de la descripción de la cribadora.  
 Parámetro = velocidad con que corren las partículas, inclinación de las zarandas, Fms (Alimentación)  
 ⇒ Humedad, forma de la partícula
- 2) ¿Cuáles son las partes de una criba?
 

1- Underside 2- Overside 3- Cantidad de mallas (des de simple deck hasta 4 decks) SD, qd  
 4- Varandilla 5- Motor 6- Ejes Vibratorios 7- Bastidor ✓  
 no son partes de un criba
- 3) ¿Que es un tromeles y para que se utiliza?
 

Es un tambor cilíndrico con una malla al rededor que se utiliza para hacer una clasificación de partículas ✓

Nombres del grupo coevaluador ( Grupo N°1): Luna - Risma - Di Carantonio - Funes - Lucero.

Correcciones y agregados:

- 1) En los parámetros para la selección de una zaranda falta el área de ~~trámeculo~~ **ZARANDA**
- 2) No pondríamos Underside y Overside, agregaríamos la superficie de cribado, la lámina que recibe el material. ✓ (B)
- 3) Está bien. (B)

se debate en clases  
 con los ante

*[Signature]*  
 LUNA

**Anexo 8B (Fotos de los estudiantes trabajando con coevaluación en clases).**



Foto N°3 (Estudiantes de 5<sup>to</sup> año en grupo colaborativos trabajando con coevaluación)



## Anexo 9 (Encuesta inicial Estudiantes).

Encuesta Inicial:

Nombre y Apellido:

Rama de la carrera que elige:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recusante).

Cuatrimestre que cursa:

Año de cursado:

Edad:

Fecha de Encuesta: ...../...../.....

- 1) ¿Por qué toma este curso?
  
- 2) ¿Qué espera aprender en el curso?
  
- 3) ¿Cómo cree que el curso le ayudará a su perfil profesional?
  
- 4) ¿De qué crees que dependerá el resultado que obtenga en el curso?

Anexo 9A (Encuesta inicial con respuestas de estudiante)



(Encuesta inicial)

(1º cuatrimestre)

Encuesta Inicial: Alumnos.

Nombre y Apellido: Camela Lucero (alumna 1)

Rama de la carrera que elige: Explotación

Fecha de ingreso a la carrera: 2018

Condición de alumno: (Regular, recursante ).

Cuatrimestre que cursa: 1º cuatrimestre

Año de cursado: 5º año

Edad: 22

Fecha de Encuesta: 03/03/2022

1) ¿Porque toma este curso?

Este curso lo tomo porque forma parte del plan de estudio de la carrera que elegí para formarme como profesional. ✓

2) ¿Qué espera aprender en el curso?

De este curso espero obtener constantemente todos los conceptos brindados en lo que compete a las actividades de triturar, moler, lavar y concentrar minerales, y luego profundizar en su tratamiento mecánico. ✓

3) ¿Cómo cree que el curso le ayudara a su perfil profesional?

En mi perfil profesional, creo que este curso ayudara a formarme académicamente para lograr desenvolverme en la actividad laboral y ser capaz de enfrentar cualquier problemática que se presente en esta área. ✓

4) ¿De que crees que dependerá el resultado que obtenga en el curso?

El resultado que obtenga en el curso dependerá tanto de mi dedicación y responsabilidad, como así también de la pedagogía de los docentes. ✓

## Anexo 10 (Encuesta intermedia de Actividades ACE)

Encuesta de Actividades y técnicas ACE:

Nombre y Apellido:

Rama de la carrera que elige:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recusante).

Cuatrimestre que cursa:

Año de cursado:

Edad:

Fecha de Encuesta: ...../...../.....

1 ¿La modalidad de la cursada del año 2021 en esta Materia (Planta de Tratamiento de Minerales) redundó en aprendizajes significativos para Ud.? ¿Por qué?

2 ¿Le resultan interesantes las actividades propuestas en lo que va de la cursada? ¿Por qué?

3 Enumere aquellas actividades que observó distintas en relación a la cursada normal.

4 ¿Qué actividades de las aplicadas hasta el momento le resultaron más potentes y productivas, para afianzar el conocimiento de los contenidos de esta materia? Exprese brevemente su punto de vista

5 De las actividades realizadas hasta el momento ¿cuáles mejorarían? ¿Cuáles quitarían?

Anexo 10A (Encuesta intermedia con respuesta de estudiante)



Alumno 6

Encuesta de Actividades y técnicas ACE : Alumnos.

Nombre y Apellido: Franco Luna

Rama de la carrera que elige: Explotación

Fecha de ingreso a la carrera: 2018 marzo

Condición de alumno: (Regular) recursante ).

Cuatrimestre que cursa: Primer cuatrimestre del 2022 (quinto año)

Año de cursado: 5to

Edad: 22

Fecha de Encuesta: 7/5/22

- 1) ¿La modalidad de la cursada del año 2022 en esta Materia (Planta de Tratamiento de Minerales) redundó en aprendizajes significativos para Ud.? ¿Por qué?  
 Si, se complementa perfectamente con las teorías vistas en materias anteriores, quizás debería esta materia ser la práctica de Tratamientos I.
- 2) ¿Le resultan interesantes las actividades propuestas en lo que va de la cursada? ¿Por qué?  
 Si, hacen diferente y más livandosa a la cursada, te mantiene despierto y motivado la voluntad.
- 3) Enumere aquellas actividades que observó distintas en relación a la cursada normal.  
 Seguimiento de prácticas en clase por parte de profe  
 feedback con los profes; Eltrato; Pasajales con investigación y presentación de cálculos resultados previamente.
- 4) ¿Qué actividades de las aplicadas hasta el momento le resultaron más potentes y productivas, para afianzar el conocimiento de los contenidos de esta materia? Exprese brevemente su punto de vista.  
 Las prácticas en aula y los pasajales o actividades q' implican la integración de más de una temática, que además perfilan el enfoque para el final de la materia. (EPP)
- 5) De las actividades realizadas hasta el momento ¿cuáles mejorarían? ¿Cuáles quitarían?  
 Mejoraría la implementación de herramientas digitales en la medida de lo posible, para agilizar los cálculos.  
 Además sería necesario realizar salidas de campo o actividades prácticas para contrastar cálculos en el papel con lo pragmático e intentar encontrar las causas de posibles desviaciones, etc.

## Anexo 11 (Encuesta Final)

Encuesta Final:

Nombre y Apellido:

Rama que elige en la carrera:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recursante).

Cuatrimestre que cursó:

Año de cursado:

Edad:

Fecha de Encuesta: .../.../....

- 1) ¿Qué aprendí en este curso?
  
- 2) ¿Cómo contribuyó este curso a mi perfil profesional?
  
- 3) ¿Qué actividades o propuestas de trabajos prácticos resultaron más productivas para comprender y aprender los contenidos de este curso?
  
- 4) ¿De qué dependió mi resultado?
  
- 5) ¿Qué comentarios o sugerencias puede hacerle al profesor sobre el trabajo desarrollado en el curso?

Anexo 11A (Encuesta final con respuesta de estudiante)



Alumno (12)

Encuesta Final : Alumnos.

Nombre y Apellido: Natalia D. Carlantonio

Rama que elige en la carrera : Explotación

Fecha de ingreso a la carrera: Febrero de 2017

Condición de alumno: (Regular, recursante ).

Cuatrimestre que curso: 1º Cuatrimestre

Año de cursado: Quinto año

Edad: 24

Fecha de Encuesta: 28/06/22

1) ¿Qué aprendí en este curso?

En este curso aprendí como dimensionar una planta de tratamiento de minerales. Además pude afianzar conocimientos adquiridos en la materia de tercer año, tratamiento de minerales I.

2) ¿Cómo contribuyó este curso a mi perfil Profesional?

Me ayudó a poder realizar mejor investigaciones de datos fue en neces. taben en los parciales, me ayudo a pensar y razonar en cuanto a lo que es resolución de conflictos o problemas.

3) ¿Qué actividades o propuestas de trabajos prácticos resultaron más productivas para comprender y aprender los contenidos de este curso?

El estudio de caso realizado sobre Cerro Vanguardia fue, para mí, la más productiva para aprender y comprender los contenidos de la materia.

4) ¿De qué dependió mi resultado?

Mi resultado dependió no solo de los profesores de la cátedra, sino también al tiempo dedicado a la materia.

5) ¿Qué comentarios o sugerencias puede hacerle al profesor sobre el trabajo desarrollado en el curso?

Me gustaría sugerir que se continúe con la forma de dictado de la materia ya que es una forma dinámica y amena de adquirir conocimientos.

## Anexo 12 Encuesta final Actividades ACE

Encuesta final de técnicas A.A (actividades ACE).

Nombre y Apellido:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recursante):

Rama de la carrera que elige:

Cuatrimestre que cursó:

Año de cursado:

Edad:

Consigna:

Responda y complete el siguiente cuadro debajo, en base a las siguientes referencias de actividades de AA (Aprendizaje activo) realizadas en la materia Planta de Tratamiento de Minerales cohorte 2022, a través de metodología ACE (Aprendizaje centrado en el estudiante).

Referencias de actividades:

ABP (Aprendizaje basado en problemas).

EBP (Enseñanza basada en preguntas).

EC (estudio de caso).

P-D-C (pensar – dialogar- compartir).

D (debate).C (Coevaluación).

Trabajos Prácticos	Técnicas	Marque con una ( X )				Observaciones ( ¿ qué técnica le pareció más interesante o menos interesante ?	
		MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	Más interesante ¿Por qué?	Menos interesante ¿Por qué?
NRO °	AA( ACE)						
TP1 Balance de masa y metalúrgico.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP).						
	b enseñanza basada en preguntas (EBP)						
	c- Pensar – dialogar – compartir ( P-D-C)						
	d- Coevaluación entre alumnos. (C)						
	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP).						



<p>TP2 dimensionamiento de trituradoras y carga circulante.</p>	<p>B-Debate con preguntas. <b>(D)</b>, toma de decisiones.</p>						
	<p>c-enseñanza basada en preguntas (EBP)</p>						
	<p>D - Estudio de caso 1 (trituration).</p>						
<p>TP3 dimensionamiento de zarandas.</p>	<p>a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos <b>(ABP)</b>.</p>						
	<p>b- Estudio de caso 1  (Zarandas), unido y relacionado a Tp2). <b>( EC)</b></p>						

	c- enseñanza basada en preguntas (EBP)						
TP4 dimensionamiento de molinos.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP).						
	b – enseñanza basada en preguntas (EBP)						
	c- Coevaluación, con pautas previas.						
	a-Aprendizaje basado en problemas (ABP).						
	b- enseñanza						

TP5 dimensionamiento de hidrociclones.	basada en preguntas (EBP)						
	c- Estudio de caso 2 , relacionado a Tp8. ( <b>EC</b> )						
TP6 dimensionamiento de espesadores.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios práctico <b>(ABP)</b> .						
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)						
TP7 dimensionamiento clasificador espiral.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos <b>(ABP)</b> .						
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)						

	C – Coevaluación con pautas previas						
TP8 dimensionamiento de bombas de pulpa.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos  ( <b>ABP</b> )						
	b- Estudio de caso 2, relacionado a Tp5. ( <b>EC</b> )						
	c - enseñanza basada en preguntas (EBP)						
TP9 dimensionamiento de tolvas	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos  ( <b>ABP</b> )						
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)						

<p>TP10 dimensionamiento de pilas y stock pile.</p>	<p>a-Cálculos y razonamiento de ejercicios <b>prácticos (</b> <b>ABP)</b></p>						
	<p>b- enseñanza basada en preguntas (EBP)</p>						
<p>TP11 dimensionamiento de cintas transportadoras.</p>	<p>a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos  <b>( ABP)</b></p>						
	<p>b- enseñanza basada en preguntas (EBP)</p>						

## Anexo 12A (Encuesta final de actividades ACE con respuesta de estudiante)

### ENCUESTA FINAL DE TÉCNICAS AA (ACTIVIDADES ACE).



Nombre y Apellido: *Rodon Juan Ignacio Lumino*

Fecha de ingreso a la carrera: *2018*

Condición de alumno: (Regular, ~~recursante~~):

Rama de la carrera que elige: *EXPLOTACIÓN*

Cuatrimestre que curso: *1ro*

Año de cursado: *2022*

Edad: *22*

#### Consigna:

**Responda y complete** el siguiente cuadro debajo, en base a las siguientes referencias de actividades de AA (Aprendizaje activo) realizadas en la materia Planta de Tratamiento de Minerales cohorte 2022, a través de metodología ACE (Aprendizaje centrado en el estudiante).

#### Referencias de actividades:

- 1) ABP (Aprendizaje basado en problemas).
- 2) EBP (Enseñanza basada en preguntas).
- 3) EC (estudio de caso).
- 4) P-D-C ( pensar – dialogar- compartir).
- 5) D ( debate).
- 6) C ( Coevaluación).

Trabajos Prácticos	Técnicas	Marque con una ( X )				Observaciones ( ¿ que técnica le pareció más interesante o menos interesante ?	
		AA( ACE)	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	Mas interesante ¿Por qué?
TP1 Balance de masa y metalúrgico.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos ( ABP).	X					<p>ME PARECIO MAS INTERESANTE EL (ABP), YA QUE ES UNA MATERIA MUY PRACTICA Y SE NOTA SIEMPRE UNA MUY BUENA PREDISPOSICION DE SU PARTE PARA QUE ENTENDAMOS TODOS.</p> <p>EL APARTADO C ES INTERESANTE, PERO POR AHI NO PREGUNTAMOS COSAS DIFICILES O COMPLEJAS, CREO QUE SERIA MAS PRODUCTIVO REALIZARLA DESPUES DE RESOLVER EL PRACTICO.</p>
	b enseñanza basada en preguntas (EBP)	X					
	c- Pensar –dialogar –compartir ( P-D-C)	X					
	d- Coevaluación entre alumnos. (C)		X				
TP2 dimensionamiento de trituradoras y carga circulante.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos ( ABP).	X				<p>ESTUDIO DE CASO PORQUE SE TUVO QUE REALIZAR CERTA INVESTIGACION Y UN MEJOR MANEJO DE LOS TRIAS.</p> <p>NO SE REALIZARON DEMASIADAS PREGUNTAS.</p>	
	b-Debate con preguntas. ( D), toma de decisiones.	X					
	c-enseñanza basada en preguntas (EBP)		X				
	D - Estudio de caso 1 (trituración).	X					

TP3 dimensionamiento de zarandas.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos ( ABP).		X			<p>FUE UN ESTUDIO DE CASO QUE TENIA UNA DIFICULTAD ADECUADA.</p> <p>EL PRACTICO TUVO UN SOLO EJERCICIO</p>
	b- Estudio de caso 1 ( Zarandas), unido y relacionado a Tp2). ( EC)	X				
	c- enseñanza basada en preguntas (EBP)		X			
TP4 dimensionamiento de molinos.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos ( ABP).			X		<p>EN ESTA UNIDAD SE REALIZARON GRAN VARIEDAD DE PREGUNTAS, MAS ESPECIFICAS SOBRE LAS ITERACIONES HASTA QUE SE COMPRENDO EL TRIA.</p> <p>LA PARTE DE ITERACIONES NO ESTABA LO DEMASIADO CLARO</p>
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)		X			
	c- Coevaluación, con pautas previas.		X			

TP5 dimensionamiento de hidrociclones.	a-Aprend- basado en problemas (ABP).	X	.			El PARCIAL FUE LO COMPLEJO QUE DEBÍA Y SI SE TANIA UN BUEN MANEJO DEL TAMA CON UNA RESOLUCIÓN RÁPIDA	
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)		X				
	c- Estudio de caso 2 , relacionado a Tp8. (EC)	X					
TP6 dimensionamiento de espesadores.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP).		X				SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ME PARECIO MUY SIGNIFICATIVO Y QUE NO ERA NECESARIO PENSARLO MUCHO.
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)		X				
TP7 dimensionamiento clasificador espiral.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP).	X				ME GUSTO COMO EN EL PARCIAL SE UNIFICO CON EL PRÁCTICO DE MEDIDA Y CARGA CIRCUNTE.	
	b- enseñanza basada en preguntas (EBP)	X					

	C - Coevaluación con pautas previas		X				
TP8 dimensionamiento bombas de pulpa.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP)	X				PARA ESTE PRÁCTICO ERA COMPLEJO EL UTILIZAR DE FORMA CORRECTA CIERTAS GRÁFICAS, PERO ERA MUY DINÁMICO Y REGULARÍA AOSTAR COMPLETAMENTE ATENTO A LO QUE SE CALCULABA.	
	b- Estudio de caso 2 , relacionado a Tp5. (EC)	X					
	c - enseñanza basada en preguntas (EBP)	X					
TP9 dimensionamiento de tolvas	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP)		X				ES DE FÁCIL RESOLUCIÓN, COS A QUE NO SE PUEDE CAMBIAR POR LA METODOLOGÍA
	d- enseñanza basada en preguntas (EBP)		X				



TP10 dimensionamiento de pilas y stock pile.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP)		X			misma situación que en el práctico de TOLVAS. Aunque este había que realizar más después
	d-enseñanza basada en preguntas (EBP)		X			
TP11 dimensionamiento de cintas transportadoras.	a-Cálculos y razonamiento de ejercicios prácticos (ABP)	X				ME GUSTA el hecho de TRABA- JAR con muchas TABLAS, TAQUE, NO QUEDA otra alternativa de enfoque completa- mente en la resolución
	b-enseñanza basada en preguntas (EBP)	X				

**Anexo 13 Preguntas de entrevistas Grupal  
(Forma virtual- presencial)**

- 1) ¿Cómo les resultó la experiencia ACE en relación a las clases tradicionales?
- 2) ¿Cuáles de las actividades didácticas planteadas en el curso les resultaron más potentes para comprender mejor los temas que se trataron?
- 3) ¿Cuáles de las actividades didácticas recomendarían que continúen y cuáles no o bien tendrían que tener un cambio y por qué razón?
- 4) ¿Cuáles de las actividades propuestas les gustaron particularmente más y porque y cuales ven aplicable a la materia en sí, también cuales pueden ser aplicable a la carrera en general?
- 5) ¿Con cuáles de las actividades ACE, se vincularon mejor y porque, en cuales vieron más presencia de contenidos o bien que se pudieron apropiarse mejor del contenido?
- 6) ¿En cuáles de las actividades didácticas se sintieron más cómodos para trabajar?

## **Anexo 13A (Transcripciones desgravadas para cohorte 2020 virtual)**

### **Traducción entrevista (ACE año 2020) Virtual**

Entrevistados 2(c/u): Alumno 1 (Ailin Pereyra), alumno 2 (Lautaro Pereyra)

Profesor: Ing. Eduardo Romano

#### **Pregunta N°1:**

¿Cómo les resultó la experiencia ACE, en relación a las clases tradicionales?

Alumno 1:

Me pareció bueno porque en las teorías la reforzamos con la teoría de Acuña con el cuestionario (EBP), después estuvieron buenos los estudios de caso (EC) para lo de la teoría y aplicarlo más en la realidad no tanto del libro si no en distintos casos, también esto de tener un solo compañero para interactuar con Lautaro a través de correos y debatir entre nosotros eso estuvo bueno.

Alumno 2:

Bueno primero digamos que en el contexto que nos encontramos donde únicamente hay clases virtuales digamos que las clases tradicionales se vuelven bastantes arduas digamos no soy fanático de estos métodos digamos , en el departamento tenemos profes bastante antiguos y gente más moderna digamos , ehh y quizás hoy en día se necesitan de ambas hay que hacer una especie de tándem una de otras y como dijo Ailin yo creo además de eso, se enriquecerían más las clases siendo más estudiantes para obtener distintos puntos de vista y formular distintas preguntas.

Profesor:

¿Pregunta? Qué te pareció salir de esa clase tradicional, no sé si notaron que trate de que interactuaran más, porque trate de llevarlos a que interactuaran?

En resumen, debería ser una combinación de clases y tendría que haber más alumnos para interactuar, pero si inscribieron ustedes dos y si hubieran venido 20 mejor, pero es lo que nos tocó este año.

Alumno 2:

Claro eso es lo que decía, y yo creo que el vacío puede estar por ahí en tomar las clases por ejemplo presenciales digamos y tratar de hacerlas más dinámicas, por ejemplo estaba pensando intercalar preguntas entre las presentaciones por ejemplo que se yo pasa una filmina y surge una pregunta en grande como para tratar de ver si están entendiendo por ejemplo , porque justamente muchas veces suele pasar de que el profesor habla , habla y no pregunta por ahí y uno no interrumpe y capaz que no estás pescando una.

**Pregunta N°2:**

¿Cuáles de las actividades didácticas planteadas en el curso les resultaron más potentes para comprender mejor los temas que se trataron?

Alumno 1:

En mi caso lo de aprendizaje invertido donde leíamos nosotros y nosotros planteamos las preguntas y después debatíamos con el compañero y usted nos corregía.

Alumno 2:

Yo estaría de acuerdo con esa y también el hecho del diálogo y el debate que tuvimos con algunos temas y la coevaluación (C), porque por ahí uno se equivocó en un término o un concepto y el otro que lo tiene más claro lo corrige o los dos lo tenían equivocado y también el estudio de caso (EC), justamente porque considero que nos empieza a parar más en la realidad de tomar conciencia de la envergadura de los proyectos, las dimensiones, los volúmenes.

Profesor:

Eso es bueno y para eso eran los estudios de caso porque no es lo mismo hacer el ejercicio de un libro el cual lo puede haber planteado un profesional de la disciplina, pero lo más importante es como decís vos dimensionar un caso real, el molino de Empresa Cerro Vanguardia tiene esto, la trituradora de la misma empresa es así y tiene esta característica, yo creo que eso aporta y se nota y ustedes me dicen que sirvió el estudio de caso (EC), para eso.

Alumno:

Si además vez para un proyecto grande, vos verás equipos de tal tamaño más o menos también.

Profesor:

Te referís a comparar proyectos y decís que para este proyecto la trituradora es más chica que en el otro.

Alumno 2:

Claro, claro, si si

**Pregunta N°3:**

¿Cuáles de las actividades didácticas recomendarían que continúen y cuáles no o bien tendrían que tener un cambio y por qué razón?

Alumno 2:

Ehh, yo continuaría con lo que nombramos anteriormente, no sé qué tal útil terminó siendo lo de los cuestionarios de teoría cuando se tienen que aprender conceptos me parecen más útiles los métodos anteriores no.

Profesor:

¿El cuestionario de teoría te resulta redundante, no te aporta mucho porque lo podés leer a la teoría?

Alumno 2:

Claro, claro por eso porque se puede leer y sin entenderlo digamos.

Profesor:

¿El resto de las actividades las recomendarías?

Alumno 2:

Sí, sí.

Alumno 1:

A mí me pareció como lo planteó Lautaro, por ahí es importante hacer preguntas no en cuanto a teoría si no a la práctica digamos, no me gustaron los cuestionarios es decir modificarlos tampoco sacarlos es como estudiar teoría antes de que la del profesor digamos.

Alumno 1:

Es como un recordatorio/ barra obligación digamos.

Alumna 2:

Es decir, antes de que empiece a hablar yo no estoy tan perdida digamos.

**Pregunta N°4:**

¿Cuáles de las actividades propuestas les gustaron particularmente más y porque y cuales ven aplicable a la materia en sí, también cuales pueden ser aplicables a la carrera en general?

Alumno 2:

Claro profe el tema que por ahí es que logren llevar los estudiantes con el área y otros que no, una de ellas es que un profe no puede hablar dos horas y esperar que los alumnos estén al 100 % digamos, referido a la teoría. Del resto lo veo aplicable.

Alumno 1:

Coincido con alumno 2.

**Pregunta N°5:**

¿Con cuáles de las actividades ACE, se vincularon mejor y porque, en cuales vieron más presencia de contenidos o bien que se pudieron apropiar mejor del contenido?

Alumno 2:

Yo profe pensar, dialogar, compartir (PDC), y AI (Aprendizaje Invertido) puede ser.

Alumno 1:

Los prácticos (ABP), aprendizaje basado en problemas con la Teoría. También estudios de caso (EC) por los casos reales y AI (aprendizaje invertido).

**Pregunta N°6:**

¿En cuáles de las actividades didácticas se sintieron más cómodos para trabajar?

Alumno 2:

Yo coevaluación (C)

Alumno 1:

Yo Debate (D)

Profesor:

Muchas gracias por su tiempo, hemos terminado la entrevista.

## **Anexo 13B (Transcripciones desgravadas para cohorte 2022 presencial)**

### **Traducción entrevista (ACE año 2022) Presencial**

Entrevistados (6 c/u): 1-Rolon Juan, 2-Dicarlantonio Natalia, 3-Magallanes Ignacio, 4- Camargo Agustín, 5- Risma Edgardo, 6- Lucero Candela.

Profesor: Ing. Eduardo Romano.

#### **Pregunta N°1:**

¿Cómo les resultó la experiencia ACE, en relación a las clases tradicionales?

Alumno 1:

A mí me pareció bueno por ejemplo el parcial grupal, tuvimos que renegar más que los parciales tradicionales, tuvimos que renegar mucho y hacerlo como 10 veces hasta que salió.

Profesor:

¿Es preferible ese tipo de evaluación a la tradicional donde te doy un ejercicio académico y no vinculan ningún dato, me parece que opinan?

Alumno 1 y 2:

Si si además el hecho de renegar se aprende mucho más y quedan los conceptos más frescos y claros.

Alumno 3:

Está bueno porque las correcciones se hacen en el momento y también nos ayuda a adquirir mayor conocimiento porque por ahí en un examen común uno ve la nota y ya está.

Alumno 2:

Es como en el final te lo corrigen y no te olvidas más te queda ahí y está bueno.



Alumno 4: Igual las devoluciones que hacíamos de cada tema de las preguntas eso también.

Profesor:

¿Vos hablas del PDC y la Coevaluación?

Alumno 4:

Claro, si si nos llevó a un ritmo y con eso vas haciendo la parte práctica con la teoría y queda más completo.

Alumno 1:

Yo creo que las preguntas teóricas hubiese estado bueno hacerlo después del práctico así teníamos todo más fresco y así ver si existía alguna duda.

**Pregunta N°2:**

¿Cuáles de las actividades didácticas planteadas en el curso les resultaron más potentes para comprender mejor los temas que se trataron?

Alumno 1 y 2:

Estudio de caso.

Profesor:

¿En realidad los estudios de casos fueron largos?

Alumno 2:

En realidad, los dos fueron largos, en uno 5 días y el otro fue el parcial.

Profesor:

¿Entonces en base a la pregunta planteada el EC (Estudio de caso), estaría en primer lugar y segundo lugar los trabajos prácticos?

Alumno 1 y 2:

Al hacerlos en clases los llevo al día y en casa el repaso.

Profesor:

¿Entonces con el profe guía es mejor?

Alumna 2: Si si.

Profesor:

¿En las clases tradicionales cómo es?

Alumna 2:

Te dan el práctico y lo haces en la casa y si hay tiempo una o dos consultas.

Alumno 1.

Como mucho hacemos un ejercicio fácil y después arréglatela.

Alumno 5:

Como paso en LABOREO, te dan una consigna muy ambigua y cada uno tiene de esa ambigüedad diferentes aplicaciones, el profe te dice pueden hacerlo así y nunca te dice que no, una cosa es dar libertad y campo de acción, pero otra cosa es dejarte solo.

Profesor:

Vos dijiste algo, el ACE les da libertad de actuar, pero el docente nunca los deja solos, yo trate de darles solución a todos los problemas que se les planteaban.

Alumna 2:

Si yo creo que en Estudio de caso 2 (EC2), a todos nos costó, pero hizo darnos cuenta que nos faltaba reforzar un tema muy importante que era balance de masas.

Profesor:

¿Pero eso lo vieron en la Bolilla 1?

Alumna 2:

Si si, y la interpretación del problema para pasarlo al gráfico.

Profesor:

Bueno esa era la idea, empezar a vincular todo, esa vinculación cuesta porque no han visto una planta completa calculada, es un muy buen desafío para rendir el Examen final como aprendizaje por proyectos da la posibilidad de unificar criterios.

Alumno 4:

A mí me parece muy interesante el trabajo de investigación para un tema porque me hace sentir particularmente como un ingeniero porque investigas, ves, comparas, bueno analizas muchas cuestiones y te pone en la piel de cuando estemos trabajando.

Profesor:

Ustedes están a un paso de ser ingenieros

Alumno 4:

Si, si por eso.

**Pregunta N°3:**

¿Cuáles de las actividades didácticas recomendarían que continúen y cuáles no o bien tendrían que tener un cambio y por qué razón?

Grupos alumnos en general:

Todos, todos, todas.

Alumna 2:

Las verdades todas estuvieron su parte enriquecedora.

Profesor:

Me hubiera gustado trabajar más con la teoría por ejemplo el parcialito en otras materias, pero por cuestiones de tiempo demasiado lo que pudimos hacer.

Alumno 4:

Eso es lo que jugaba en contra el tiempo porque digamos cada equipo, cada parte de la unidad me parece interesante, saber bien cómo funcionan, qué pasa si se modifica esto.

Docente:

La materia es larga y los créditos son acotados. Resumen todas las tareas les parecieron interesantes.

Grupos alumnos en general:

Sí, sí.

**Pregunta N°4:**

¿Cuáles de las actividades propuestas les gustaron particularmente más y porque y cuales ven aplicable a la materia en sí, también cuales pueden ser aplicables a la carrera en general?

Alumno 6:

Yo creo que sería bueno aplicar en el resto de las materias, el tema de los prácticos con ayuda del docente porque nos permite no atrasarnos.

Alumna 2:

Quizás también estudio de casos (EC), porque en la tesis (trabajo final de carrera) tiene que relacionar todo, entonces ehh tener el (EC) en todas las materias y se podría hacer un estudio de caso global al final, sería bueno a mí me pasa y me pongo a pensar que voy a hacer en el trabajo final y no tengo ni idea.

Profesor:

Generalmente el trabajo final lo elige en paralelo a quinto año, elegís tu director y vas encarando el tema, cosa de rendir todas las materias y ya tener que solamente procesarlos datos de la tarea que hiciste durante quinto año, entonces terminas de rendir armas los datos, rendís y te vas a trabajar a una empresa ya recibido.

**Pregunta N°5:**

¿Con cuáles de las actividades ACE, se vincularon mejor y porque, en cuales vieron más presencia de contenidos o bien que se pudieron apropiarse mejor del contenido?

Alumno 1:

Si si el estudio de caso grupal.

Alumno 2:

Porque estábamos entre todos debatiendo, yo arme esto, yo haría lo otro.

Alumno 1:

Si nos hablamos entre todos, decidíamos.

Alumna 2:

Tomamos decisiones en conjunto.

Profesor:

Si tuvieron que tomar decisiones, les digo dos cosas como ingenieros, tienen que ver toma de decisiones y costos, es una cuestión que nos va preparando, que hago voy por este camino o este, acá nos podemos equivocar en la toma de decisiones, de hecho, nos equivocamos en determinadas cuestiones, pero fuimos tratando de llegar a un buen fin con el resultado del ejercicio.

**Pregunta N°6:**

¿En cuáles de las actividades didácticas se sintieron más cómodos para trabajar?

Profesor:

¿En primer lugar estudio de casos (EC)?

Me pasó el año pasado que evaluamos teoría en relación a este año que el profe de teoría decidió no hacerlo, yo no estoy de acuerdo, el profe ve que evaluar teoría es más trabajo, para mí evaluar teoría nos prepara mejor para un final, pero bueno son distintos criterios, pero está bien. Recuerden esto y no lo olviden la teoría va en conjunción con la práctica, ninguna de las dos va desconectada, no puede haber teoría sin práctica y práctica sin teoría.

Alumna 2:

Eso de correlacionar la teoría con la práctica me parece bien, hemos tenido materias que la teoría nada que ver con la práctica o la práctica no tiene que ver nada con la teoría o uno va más adelante que el otro.

Profesor:

Claro, ¿no podés armar en tu cabeza el esquema?

Alumna 2:

Sí, sí.

Alumno 4:

Yo acá tenía duda en algunas cuestiones de la práctica y me iba a la diapositiva y por ahí más que nada en el tema de espesadores o incluso podés consultar bibliografía.

Profesor:

¿Respecto a la información fue accesible para ustedes?

Alumnos 1, 2,3:

Si si, en drive todo muy ordenado.

Alumno 4:

Si eso se agradece mucho, todo el material que necesitamos estaba ordenado por tema y unidad.

Profesor:

Muchas gracias por su atención, terminamos la entrevista.

Anexo 14 (examen parcial ABP, sumativo propuesto por docente)

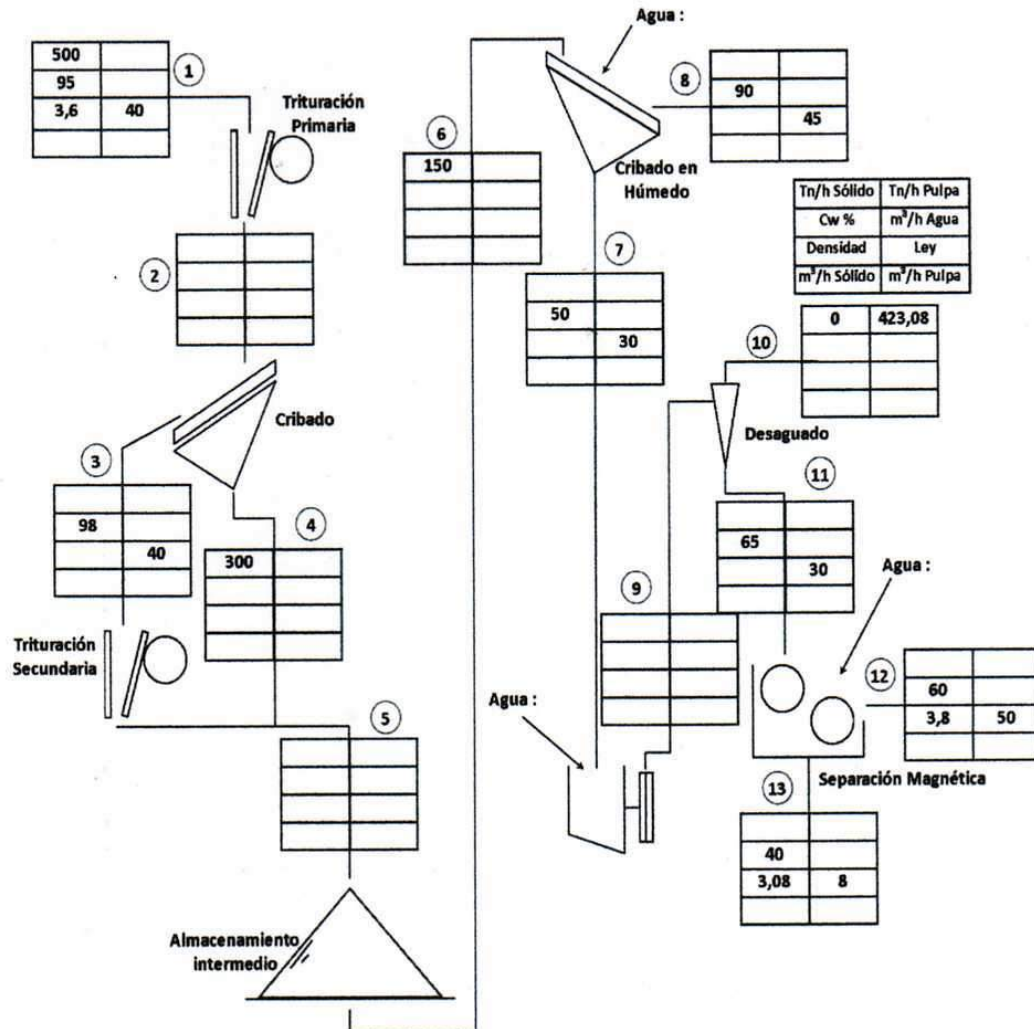


**Primer Parcial - Planta de Tratamiento de Minerales**

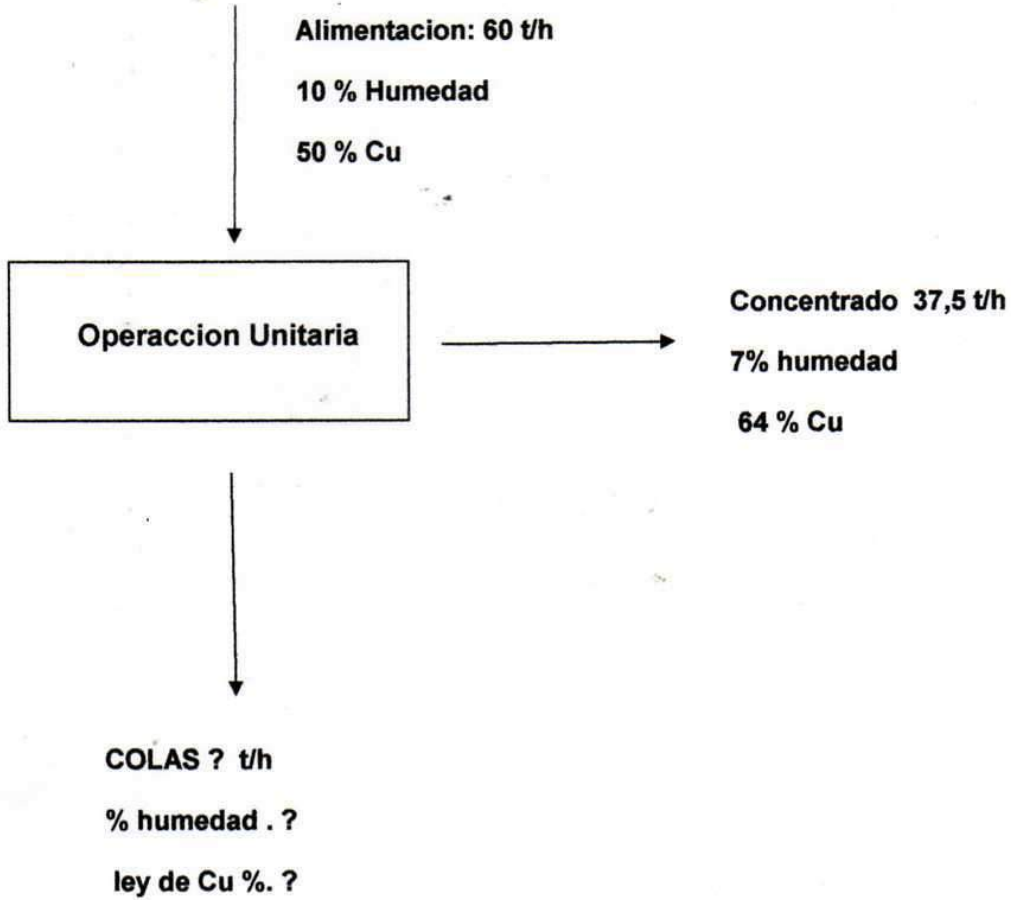
- Balance de Masas y Metalúrgico
- Ley de Lavoisier
- Fecha:

Nombre Alumno :

1) Resolver el siguiente Flujograma de ingeniería adjunto.



2) Calcular el siguiente balance de masas y metalúrgico, y completar la tabla adjunta



	Solidos (t/h)	Sol hum ( t/h)	Cw (%)	Agua ( m3/h)	Fino cu (t/h)	Ley (%Cu)	Humedad (%)
<b>Alimentación</b>							
<b>Concentrado</b>							
<b>Cola</b>							



Anexo 14A (examen parcial ABP, contestado por estudiante)

PARCIAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO 2020 ①

ALUMNA: PEREYRA AILIN FECHA: 15 de Abril de 2020

①

EJERCICIO N°1

Resolver el siguiente Flujoograma de ingeniería adjunto.

• CUADRO N°1

Datos

500	526,32	FMS = 500 T/h	CW = 95%	$\rho = 3,6 \text{ T/m}^3$	Ley = 40%
95	26,32	Usa $CW (\%) = \frac{FMS}{FMP} \times 100\%$			
3,6	40	• Masa de Pulpa = $\frac{FMS}{CW(\%)} \times 100\% = \frac{500 \text{ T/h}}{95\%} \times 100\%$			
138,89	165,21	Masa de Pulpa = 526,32 T/h			

• Masa de Agua =  $526,32 \text{ m}^3/\text{h} - 500 \text{ m}^3/\text{h} = 26,32 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua  
(Sabiendo  $\rho_{H_2O} = 1$ )

• Usa  $S_s = \frac{FMS}{FHV} \Rightarrow FHV = \frac{FMS}{S_s}$

$\Rightarrow$  Volumen Sólido =  $\frac{500 \text{ T/h}}{3,6 \text{ T/m}^3} = 138,89 \text{ m}^3/\text{h}$  de Sólido

$\Rightarrow$  Volumen Pulpa =  $138,89 \text{ m}^3/\text{h} + 26,32 \text{ m}^3/\text{h} = 165,21 \text{ m}^3/\text{h}$  de Pulpa

• CUADRO N°2

500	526,2
95	26,32
3,6	40
138,89	165,21

Todo lo que entra a la Treturación Primaria  
Tiene que salir aquí.  
Por lo tanto, este indicador de elemento debe ser  
absolutamente igual al indicador de alimentación.

2

• CUADRO N° 3

200	204,08
98	4,08
3,6	40
55,56	59,64

• Masa Sólido (T/h) =  $FMS - FMS_4$   
 $= 500T/h - 300T/h = 200T/h$

• Masa Pulpa =  $FMS_3 \times 100\% = \frac{200T/h}{98\%} \times 100\%$

Masa Pulpa = 204,08 T/h pulpa

• Masa Agua =  $204,08 m^3/h - 200 m^3/h = 4,08 m^3/h$  de agua

• CUADRO N° 4

300	322,24
93,1	22,4
13,6	40
83,33	105,57

• Volumen Sólido =  $\frac{200T/h}{3,6T/m^3} = 55,56 m^3/h$  sólido

• Volumen Pulpa =  $55,56 \frac{m^3}{h} + 4,08 \frac{m^3}{h} = 59,64 \frac{m^3}{h}$  pulpa

CUADRO N° 4

Volumen Sólido =  $\frac{300T/h}{3,6T/m^3} = 83,33 m^3/h$  sólido

Masa Agua =  $26,32 m^3/h - 4,08 m^3/h = 22,24 m^3/h$  de Agua

• Volumen Pulpa =  $83,33 m^3/h + 22,24 m^3/h = 105,57 m^3/h$  de Pulpa

• Masa de Agua =  $FMP - FMS \Rightarrow$  Masa Agua + FMS = FMP

$\Rightarrow FMP = 22,24 T/h + 300T/h = 322,24T/h$  pulpa

•  $C_w = \frac{300T/h}{322,24T/h} \times 100\% = 93,1\%$

• CUADRO N° 5

500	526,32
95	26,48
3,6	40
138,89	165,21

Esta bandera auxiliar representa a la energía de la batidora

Es la suma de las banderas 3 y 4.

3

• CUADRO N° 6

Sdo flujo uerion

150	157,89
95	57,89
3,6	40
46,3	55,07

$$FMP = \frac{150 T/h}{95\%} \times 100\% = 157,89 T/h \text{ de Pulpa}$$

$$\text{Masa Agua} = 157,89 m^3/h - 150 m^3/h = 57,89 m^3/h \text{ de agua}$$

1/3 del flujo antes de la Pila (cuadro N° 5)

• CUADRO N° 7

83,33	166,66
50	83,34
3,35	30
24,84	108,2

$$R = \frac{mC}{mD} \times 100 = \frac{(T_a - T_r)}{(T_c - T_r)} \times 100$$

$$R = \frac{(40 - 30)}{45 - 30} \times 100 = 66,67\% \Rightarrow \frac{m_c}{100} \times m_c = 66,67$$

$$\bullet \text{ Masa Sólido} = 150 T/h - 66,67 T/h = 83,33 T/h$$

$$\bullet \text{ Masa Pulpa} = \frac{83,33 T/h}{50\%} \times 100\% = 166,66 T/h \text{ pulpa}$$

$$\bullet \text{ Masa Agua} = 166,67 m^3/h - 83,33 m^3/h = 83,34 m^3/h \text{ de Agua}$$

• CUADRO N° 8

66,67	74,08
90	7,41
3,1	45
21,43	28,84

$$\text{Masa Pulpa} = \frac{66,67 T/h}{90\%} \times 100\% = 74,08 T/h \text{ pulpa}$$

$$\text{Masa Agua} = 74,08 m^3/h - 66,67 m^3/h = 7,41 m^3/h \text{ agua}$$

$$\text{Agua Agregada} = 83,34 m^3/h + 7,41 m^3/h - 57,89 m^3/h = 32,86 m^3/h \text{ Agua agregada}$$

• CUADRO N° 9

83,33	551,27
15,12	467,94
3,35	30
24,87	409,48

$$\text{Masa Agua} = 384,64 m^3/h + 83,33 m^3/h = 467,94 m^3/h \text{ agua}$$

$$CW = \frac{83,33 T/h}{551,27 T/h} \times 100 = 15,12\%$$

$$\text{Masa Pulpa} = 467,94 T/h + 83,33 T/h = 551,27 T/h \text{ pulpa}$$

4

0	423,08
0	423,08
-	0
-	423,08

Masa Agua =  $423,08 \text{ m}^3/\text{h} - 0 \text{ m}^3/\text{h} = 423,08 \text{ m}^3/\text{h}$   
 Agua

• Caudal No 11

83,33	128,2
65	44,87
3,35	30
24,37	169,24

Masa Sólido =  $FMS_A + FMS_P = 83,33 \text{ T/h} + 0 \text{ T/h} = 83,33 \text{ T/h}$

Masa Pulpa =  $\frac{83,33 \text{ T/h}}{65\%} \times 100\% = 128,2 \text{ T/h}$  Pulpa

Masa Agua =  $128,2 \text{ m}^3/\text{h} - 83,33 \text{ m}^3/\text{h} = 44,87 \text{ m}^3/\text{h}$   
 agua

\* Agua Agregada =  $423,08 \text{ m}^3/\text{h} + 44,87 \text{ m}^3/\text{h} - 83,34 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $= 384,61 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua.

• Caudal No 12

43,66	72,77
60	29,11
3,8	50
11,49	140,76

$R = \frac{30-8}{50-8} \times 100 = 52,4\%$

$FMS = \frac{52,4}{100} \times 83,33 \text{ T/h} = 43,66 \text{ T/h}$

Masa Pulpa =  $\frac{43,66 \text{ T/h}}{60\%} \times 100\% = 72,77$

Masa Agua =  $72,77 \text{ m}^3/\text{h} - 43,66 \text{ m}^3/\text{h} = 29,11 \text{ m}^3/\text{h}$

• Caudal No 13

39,67	99,18
40	59,51
3,08	8
12,80	72,39

Masa Sólido =  $83,33 \text{ T/h} - 43,66 \text{ T/h} = 39,67$

Masa Agua =  $99,18 \text{ m}^3/\text{h} - 39,67 \text{ m}^3/\text{h} = 59,51 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_s = \frac{39,67 \text{ T/h}}{3,08 \text{ T/m}^3} = 12,80 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_p = 12,80 \text{ m}^3/\text{h} + 59,51 \text{ m}^3/\text{h} = 72,39 \text{ m}^3/\text{h}$

Agua Agregada =  $29,11 \text{ m}^3/\text{h} + 59,51 \text{ m}^3/\text{h} - 44,87 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $= 43,75 \text{ m}^3/\text{h}$  Agua

Cuadro 11

$$V_p = V_{p12} + V_{p13} - \text{Agua Agregada}$$

$$127 = 40.6 \text{ m}^3/\text{h} + 72.39 \text{ m}^3/\text{h} - 43.75 \text{ m}^3/\text{h} = 69.24 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_s = 69.24 \text{ m}^3/\text{h} - 44.87 \text{ m}^3/\text{h} = 24.37 \text{ m}^3/\text{h} \text{ sólido}$$

$$D = \frac{83.33 \text{ T/h}}{24.37 \text{ m}^3/\text{h}} = 3.35 \text{ T/m}^3 = 3.1$$

Cuadro 109

$$V_s = \frac{83.33 \text{ T/h}}{3.35 \text{ T/m}^3} = 24.87 \text{ m}^3/\text{h} \text{ sólido}$$

$$V_p = 384.61 \text{ m}^3/\text{h} + 24.87 \text{ m}^3/\text{h} = 409.48 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pulpa}$$

Cuadro 107

$$V_p = 83.33 \text{ m}^3/\text{h} + 24.87 \text{ m}^3/\text{h} = 108.2 \text{ m}^3/\text{h} \text{ de Pulpa}$$

Cuadro 108

⇒ Cuadro 106 46.3 m<sup>3</sup>/h sólidos

$$V_s = V_{s6} - V_{s7}$$

$$46.3 \text{ m}^3/\text{h} - 24.87 \text{ m}^3/\text{h} = 21.43 \text{ m}^3/\text{h} \text{ sólido}$$

$$V_p = 7.41 \text{ m}^3/\text{h} + 21.43 \text{ m}^3/\text{h} = 28.84 \text{ m}^3/\text{h} \text{ pulpa}$$

$$D \text{ densidad} = \frac{66.67 \text{ T/h}}{21.43 \text{ m}^3/\text{h}} = 3.1 \text{ T/m}^3$$

## EJERCICIO N°2

6

	FLUJO MASICO			Humedad (%)	Ley (%)	Fino (T/h)
	SOLIDO	LIQUIDO	PULPA			
Alimentación	60	6	66	10	50	30
Concentrado	37,5	2,63	40,13	7	64	24
COLA	22,5	3,37	25,87	14,98	26,67	6

### • Calculo FMS

$$FMS_{colas} = 60 \text{ T/h} - 37,5 \text{ T/h} = 22,5 \text{ T/h}$$

### • Calculo Flujo Masico Liquido

$$FM_{liq}(\text{alim}) = \frac{60 \text{ T/h} \times 10\%}{100\%} = 6 \text{ T/h}$$

$$FM_{liq}(\text{conc}) = \frac{37,5 \text{ T/h} \times 7\%}{100\%} = 2,63 \text{ T/h}$$

$$FM_{liq}(\text{colas}) = 6 \text{ T/h} - 2,63 \text{ T/h} = 3,37 \text{ T/h}$$

• Calculo Pulpa (Sólido Humedo) se obtiene sumando los flujos masicos de sólidos a los líquidos.

### • Calculo de Humedad (%) de Colas

$$Humedad_{colas} (\%) = \frac{3,37 \text{ T/h}}{22,5 \text{ T/h}} \times 100\% = 14,98\%$$

### • Calculo Finos

$$Fino_{alim} = \frac{60 \text{ T/h} \times 50\%}{100\%} = 30 \text{ T/h}$$

$$Fino_{conc} = \frac{37,5 \text{ T/h} \times 64\%}{100\%} = 24 \text{ T/h}$$

$$Fino_{colas} = 30 \text{ T/h} - 24 \text{ T/h} = 6 \text{ T/h}$$

# CÁLCULO DE PLANTA DE MINERALES DE COBRE



Materia: Planta de tratamiento de minerales.

Alumno: Franco G. Luna.

Periodo lectivo: primer cuatrimestre, 2022.

Profesores:

- Romano Eduardo
- Acuña Victor Gustavo
- Gilberto Amaya.





## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
Balance de masa en trituración.....	3
Balance de masa molienda.....	4
Balance de masa en concentración.....	5
Balance de masa en espesamiento.....	6
DATOS PRELIMINARES.....	7
Marco geológico.....	7
Condiciones operativas.....	9
ETAPA DE TRITURACIÓN PRIMARIA.....	11
Balance de masa.....	11
Tolva de gruesos.....	13
Volumen de la tolva.....	13
Dimensionamiento de la tolva.....	13
Croquis de la tolva.....	14
Trituración primaria.....	14
Elección del tipo de trituradora, cálculo del Gape y ajuste de capacidad.....	15
Obtención del P80 con el ajuste elegido.....	16
Energía absorbida.....	17
Consumo horario exigido por la producción necesaria.....	17
Potencia mecánica consumida en la trituración.....	17
Selección de la trituradora adecuada.....	17
Razones de reducción.....	19
ETAPA DE TRITURACIÓN SECUNDARIA.....	20
Balance de masa.....	20
Trituradora secundaria (cónica).....	24
Obtención del P80.....	24
Ancho de boca o Gape (B).....	25
Energía absorbida.....	25
Potencia mecánica consumida (entregada por el motor).....	25
Selección de la trituradora adecuada.....	25
Razones de reducción.....	27
Zaranda posterior a la trituradora.....	27
Cálculo del área necesaria de cribado.....	28
Pre-selección de la zaranda y verificación de la altura de lecho.....	31





ETAPA DE MOLIENDA GRUESA.....	33
Balance de masa.....	33
Stock-pile, pila cónica.....	36
Volumen de la pila.....	36
Dimensionamiento de la pila.....	36
Croquis de la pila.....	37
Tolva de finos.....	37
Volumen de la tolva.....	37
Dimensionamiento de la tolva.....	38
Molino de barras.....	38
Energía absorbida.....	39
Potencia mecánica consumida.....	40
Potencia eléctrica consumida por el motor.....	40
Cálculo del diámetro nominal del molino y del largo.....	40
Tabla de iteraciones.....	41
Elección del molino según catálogo de Metso.....	42
Corrección de potencia eléctrica suministrada al motor.....	42
Cálculo del diámetro máximo de barras.....	44
Cálculo del volumen interno del molino.....	44
Masa y distribución de barras.....	44
ETAPA DE MOLIENDA FINA.....	45
Balance de masa.....	45
Molino/s de bolas.....	49
Energía absorbida.....	49
Potencia mecánica.....	50
Reajuste de masa enviada a cada molino.....	50
Potencia mecánica corregida.....	51
Potencia eléctrica consumida por el motor.....	51
Cálculo del diámetro nominal del molino y el largo.....	51
Tabla de iteraciones.....	51
Elección del molino según catálogo de Metso.....	53
Corrección de potencia eléctrica suministrada al motor.....	53
Cálculo del diámetro máximo de bolas.....	54
Masa y distribución de bolas.....	54
Conclusión.....	55
Batería de hidrociclones.....	56
Cálculo de densidades de pulpa.....	56



Cálculo del $d_{50}$ ( <i>aplicación</i> ).....	56
Cálculo del $d_{50}$ ( <i>base</i> ).....	56
Cálculo del diámetro del hidrociclón ( $\phi_c$ ).....	57
Obtención del flujo volumétrico de cada hidrociclón de 15".....	58
Cálculo del número de hidrociclones necesarios.....	59
Cálculo del caudal de pulpa esperado en el underflow.....	60
Cálculo del ápex.....	61
Área transversal y diámetro de alimentación.....	62
Diámetro y longitud del vortex finder.....	62
Longitud total del hidrociclón.....	63
Ángulo del cono.....	63
Conclusión y croquis del hidrociclón.....	63
Bomba/s de pulpa.....	65
Cálculo de velocidades límite y de transporte. Definición del diámetro de tubería.....	66
Pérdida de carga geométrica.....	68
Pérdida de carga distribuida.....	68
Pérdida de carga parcial.....	70
Obtención del HR y conversión de "mcp" a "mca".....	71
Pérdida de carga debida a la batería de hidrociclones.....	71
Pérdida de carga total.....	72
Selección de la bomba y obtención de RPM y eficiencia mecánica de la misma.....	72
Cálculo de la potencia de salida del motor.....	73
Factor de seguridad (Normas API 610).....	73
Conclusión.....	74
Croquis del sector de molienda fina.....	75
ETAPA DE CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN.....	76
Balance metalúrgico.....	77
Balance de masa.....	78
ETAPA DE ESPESAMIENTO Y FILTRADO.....	81
Balance de masa.....	82
Espesado del concentrado.....	84
Cálculo del área necesaria.....	84
Cálculo del volumen en la zona de compresión.....	84
Cálculo de la altura de la zona de compresión.....	85
Cálculo del volumen total del espesador.....	85
Cálculo del diámetro y de la altura total del espesador.....	85
Conclusiones.....	86



Espesado de las colas. ....	86
Cálculo del área necesaria. ....	86
Cálculo del volumen en la zona de compresión. ....	86
Cálculo de la altura de la zona de compresión. ....	87
Cálculo del volumen total del espesador. ....	87
Cálculo del diámetro y de la altura total del espesador. ....	87
Conclusiones. ....	88
CINTAS TRANSPORTADORAS. ....	89
Cinta T3 (horizontal). ....	91
Ancho de la correa ( $B$ ). ....	91
Capacidad volumétrica. ....	92
Corrección de la capacidad volumétrica a la capacidad real. ....	92
Potencia mecánica del motor. ....	93
Distancia entre el final de la cinta y el final del rodillo ( $dp$ ). ....	95
Determinación de tensiones. ....	95
Tensión necesaria a ejercer por el tensor. ....	96
Cantidad y espaciamento de rodillos de avance y retroceso. ....	96
Tensión unitaria y elección de banda de catálogo. ....	97
Cinta inclinada T4. ....	99
Ancho de la correa. ....	99
Capacidad volumétrica. ....	99
Corrección de la capacidad volumétrica a la capacidad real. ....	99
Descomposición en longitudes vertical y horizontal. ....	100
Potencia mecánica del motor. ....	100
Distancia entre el final de la cinta y el final del rodillo ( $dp$ ). ....	102
Determinación de tensiones. ....	102
Tensión ejercida por el tensor. ....	103
Cantidad y espaciamento de rodillos de avance y retroceso. ....	103
Tensión unitaria y elección de banda de catálogo. ....	103

## Anexo 16 (Encuesta Examen Final)

### Encuesta Examen Final:

Nombre y Apellido:

Rama que elige en la carrera:

Fecha de ingreso a la carrera:

Condición de alumno: (Regular, recursante).

Cuatrimestre que curso la Materia:

Año de cursado:

Nombre de la materia:

Edad:

Fecha de Encuesta: ...../...../.....

### Preguntas:

Marque **con una cruz** según lo considere necesario en dicha pregunta.

1) ¿Qué sistema de evaluación final eligió para rendir la materia?

	Examen final con extracción de bolillas y exposición oral.
	Examen final con preparación de un tema y luego se le pregunta de toda la materia
	Examen escrito teórico – práctico sobre preguntas preestablecidas por el Docente.
	Examen Final integrador con confección de un proyecto propio que englobe la mayor cantidad de concepto aprendidos de la materia.

Preguntas a desarrollar:

- 2) ¿En base a la selección anterior pregunta N°1, describa porque eligió ese sistema evaluativo?
- 3) ¿Qué sistema evaluativo recomendaría según su criterio para la materia y para la carrera en general de Ingeniería en mina?

Anexo 16A (Encuesta examen final contestada por estudiante)



alumno ①

Encuesta Examen Final : Alumnos.

Nombre y Apellido: Franco Gabriel Luna

Rama que elige en la carrera : Explotación

Fecha de ingreso a la carrera: marzo-2018

Condición de alumno: (Regular, recursante).

Cuatrimestre que curso la Materia: Primer cuatrimestre 2022 (quinto año)

Año de cursado: 2022

Nombre de la materia: Planta de tratamientos de minerales

Edad: 23

Fecha de Encuesta: 4/8/2022

Preguntas:

Marque con una cruz según lo considere necesario en dicha pregunta.

1) ¿Qué sistema de evaluación final eligió para rendir la materia?

<input type="checkbox"/>	Examen final con extracción de bolillas y exposición oral.
<input type="checkbox"/>	Examen final con preparación de un tema y luego se le pregunta de toda la materia
<input type="checkbox"/>	Examen escrito teórico - práctico sobre preguntas preestablecidas por el Docente.
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen Final integrador con confección de un proyecto propio que englobe la mayor cantidad de concepto aprendidos de la materia.

Preguntas a desarrollar:

2) ¿En base a selección anterior pregunta N°1, describa porque eligió ese sistema evaluativo?

\* (En el dorso de la hoja).

3) ¿Qué sistema evaluativo recomendaría según su criterio para la Materia y para la Carrera en general de Ingeniería en minas?

✓ Tanto para esta materia como en general para toda la carrera, recomendaría el sistema por el que opté al rendir la Planta. Integrando teoría y demostraciones como fundamentación para el desarrollo práctico de un caso real o semejante a la realidad.

- 2) El sistema evaluativo elegido resultó de la consideración de los ítems que se enumeran a continuación, ideas que fueron ratificadas durante y luego del desarrollo y la exposición correspondiente al examen final de la materia.
- Permite salir de los casos ideales planteados en la bibliografía y enfrentarse a los problemas reales, de existencia cierta y que no serían contemplados de otra manera.
  - Desafía la toma de decisiones, al ingenio, y a la correlación de todas las temáticas que integran la materia así como otras ajenas a la misma.
  - Se fundamenta la práctica desde la teoría.
  - Permite ampliar el conocimiento acerca de temáticas de la cátedra.
  - Como beneficio "secundario", se practica la redacción de informes extensos. En mi caso, lo sentí como un paso más para seguir mejorando el orden temático, la conexión de ideas, el formato y la profusidad, además de la implementación de distintos softwares para el modelado y edición de Flujoigramas y del mismo documento.
  - Resulta la mejor forma de repasar los conocimientos prácticos e implementar la teoría en la toma de decisiones. Además, el desarrollo y las correcciones previas a la fecha del examen brindan una mayor seguridad a la hora de rendir.
- Quiero destacar la buena predisposición y voluntad de la cátedra, más que necesaria para llevar adelante este sistema evaluativo de forma amena.
- En caso de disponer de más tiempo, hubiera sido excelente realizar ensayos de laboratorio (aunque sea uno) para estimar algunos de los datos de difícil obtención mediante la búsqueda bibliográfica (Viscosidad de espesamiento, granulometría por etapas, etc.).