

**IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS EN  
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA  
BENEFICIO DE MINERALES ADSCRITA AL PROGRAMA DE INGENIERÍA  
METALÚRGICA**

**JENNIFER JOHANNA GONZÁLEZ MOTTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA**

**2019**

**IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS EN  
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA  
BENEFICIO DE MINERALES ADSCRITA AL PROGRAMA DE INGENIERÍA  
METALÚRGICA**

**JENNIFER JOHANNA GONZÁLEZ MOTTA**

**Trabajo de grado en la modalidad de práctica en docencia para optar al título  
de Ingeniero Metalúrgico**

**Director  
WALTER PARDAVÉ LIVIA  
Ingeniero Metalúrgico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA**

**2019**

## DEDICATORIA

A Dios por darme fuerza y sabiduría para afrontar los desafíos de la vida, por brindarme una familia maravillosa y poner en mi camino a las personas indicadas.

A mi madre Gladys, quien es el pilar de mi vida, por haberme inculcado el carácter, los principios y valores que me hacen ser, hoy por hoy, una mujer de bien. Gracias a ella por el sacrificio que ha hecho todos estos años, por ser un gran ejemplo de superación, por hacerme sentir orgullosa y darme a cada instante su amor y apoyo incondicional.

A mis abuelos Hermes y Marina, quienes además de ofrecerme su amor, entrega y compromiso, han velado siempre por mi bienestar, brindándome su apoyo desinteresado, sus oraciones y palabras de aliento.

A Eduardo, Armando, Juan Carlos y Hermes, porque cada uno me ha transmitido su ejemplo de lucha, constancia y perseverancia para salir adelante frente a cualquier obstáculo que se presente en la vida.

A mi compañero de vida, William, por su amor y paciencia; a su familia por sus manifestaciones de apoyo y cariño sincero.

A mis amigos cercanos y demás familiares que de alguna u otra forma me han acompañado en el transcurso no sólo de esta etapa, sino de mi vida entera, sepan que culminar con éxito este proceso tan importante, será uno de los frutos al sacrificio que he hecho junto a ustedes para poder brindarle una mejor calidad de vida a nuestra familia y contribuir al desarrollo de esta sociedad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar un agradecimiento especial al profesor Walter Pardavé Livia, Director del presente proyecto, por la confianza depositada, el compromiso y apoyo que me brindó para cumplir a cabalidad este plan, así como el conocimiento compartido en el desarrollo del mismo.

A los estudiantes del programa de Ingeniería Metalúrgica quienes dieron su opinión en la encuesta sobre el modelo de enseñanza convencional y la inclusión de las TIC en la asignatura Beneficio de minerales, así como a los docentes y auxiliares de la Escuela que construyeron y aportaron el aula virtual de Metalurgia extractiva.

Al Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS – CEDEDUIS por facilitar el acceso del aula virtual y apoyar el proceso de consolidación de la misma.

Al cuerpo docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica por su acompañamiento y compromiso en la formación de profesionales integrales, especialmente a los técnicos de laboratorios, con quienes compartí y reforcé lo aprendido en clase.

A la Universidad Industrial de Santander por convertirse en mi segundo hogar y brindarme espacios de formación académica, cultural, deportiva, política y social que contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	14
1. MARCO TEÓRICO .....	15
1.1 ¿QUÉ SON LAS TIC?.....	15
1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN .....	16
1.3 OPERACIONES UNITARIAS PARA EL BENEFICIO DE MINERALES.....	18
1.3.1 Conminución.....	19
1.3.2 Separación.....	21
1.3.3 Concentración.....	21
1.3.4 Manejo de lodos.....	22
2. OBJETIVOS.....	23
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	23
3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	24
3.1 DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE PERCEPCIÓN Y ANÁLISIS DIAGNÓSTICO.....	25
3.2 RECOPIACIÓN, ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	25
3.3 SELECCIÓN Y EJECUCIÓN DE HERRAMIENTAS TIC .....	26
3.4 DISEÑO Y DESARROLLO DEL AULA VIRTUAL .....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN SOBRE LA ASIGNATURA BENEFICIO DE MINERALES .....	28

4.1.1 Modalidad Convencional.....	28
4.1.2 Modalidad con recursos TIC. ....	29
4.2 CONSOLIDACIÓN DEL AULA VIRTUAL DE BENEFICIO DE MINERALES...	31
5. CONCLUSIONES .....	38
6. RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40
ANEXOS.....	44

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama general de la metodología de trabajo empleada. ....	24
Figura 3. Galería de minerales.....	33
Figura 4. Software de simulación empleado en los circuitos de conminución. ....	35
Figura 5. Normas de seguridad en el laboratorio y equipo de protección personal. .....	36
Figura 6. Sección de laboratorio del aula virtual. ....	37
Figura 7. Nivel académico de los estudiantes que respondieron la encuesta de percepción sobre la asignatura Beneficio de minerales en la modalidad convencional.....	44
Figura 8. Opinión de los estudiantes sobre el aporte de la asignatura Beneficio de minerales a su formación profesional. ....	44
Figura 9. Opinión de los estudiantes sobre lo que recuerdan haber aprendido del componente teórico de la asignatura. ....	45
Figura 10. Opinión de los estudiantes sobre lo que recuerdan haber aprendido del componente práctico de la asignatura. ....	45
Figura 11. Opinión de los estudiantes sobre la metodología de evaluación del componente práctico de la asignatura. ....	45
Figura 12. Opinión de los estudiantes sobre la necesidad de implementar un aula virtual en la asignatura.....	46
Figura 13. Percepción de los estudiantes sobre su rendimiento en el curso Beneficio de minerales si hubiera contado con el apoyo de un aula virtual.....	46
Figura 14. Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que acceden al aula virtual. ....	46
Figura 15. Opinión de los estudiantes sobre las razones principales por las cuales acceden al aula virtual. ....	47

Figura 16. Opinión de los estudiantes sobre el aporte que hace el material disponible en el aula para estudiar y preparar las clases. ....	47
Figura 17. Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que el docente fomenta la participación y uso del aula virtual. ....	47
Figura 18. Opinión de los estudiantes sobre los aspectos del aula que más les han llamado la atención. ....	48
Figura 19. Opinión de los estudiantes sobre las actividades y recursos que enriquecen su conocimiento acerca de la asignatura. ....	48
Figura 20. Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que usa el chat y los foros disponibles en el aula. ....	48
Figura 21. Opinión de los estudiantes sobre los aspectos del aula que consideran deben mejorarse. ....	49
Figura 22. Opinión de los estudiantes sobre importancia y necesidad que es el desarrollo de habilidades por medio de las TIC's en su futuro profesional. ....	49
Figura 23. Página principal de la Universidad Industrial de Santander. ....	50
Figura 24. Acceso a la plataforma Moodle. ....	51
Figura 25. Acceso al curso Beneficio de minerales proyecto de grado. ....	52

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Resultados de Las Encuestas de Percepción Realizadas a los Estudiantes de Ingeniería Metalúrgica Sobre la Asignatura Beneficio de Minerales .....	44
Anexo B. Acceso a La Plataforma Virtual de la UIS.....	50
Anexo C. Formato para el Diseño de Experiencias en Línea. ....	53

## RESUMEN

**TÍTULO:** IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC COMO HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA BENEFICIO DE MINERALES ADSCRITA AL PROGRAMA DE INGENIERÍA METALÚRGICA\*

**AUTORES:** González Motta, Jennifer Johanna\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Aula Virtual, Moodle, TIC, beneficio, minerales.

### DESCRIPCIÓN

El crecimiento en los avances tecnológicos y diseño de un aula virtual con el fin de fortalecer las competencias profesionales de los estudiantes pertenecientes al programa de Ingeniería Metalúrgica y así, complementar a través de medios digitales el conocimiento adquirido en clase y en el laboratorio. Para esto, se desarrollaron dos encuestas en las que se conoció la percepción de los estudiantes respecto a la asignatura en la modalidad convencional y la su incorporación en el desarrollo cognitivo y social del ser humano en el siglo XXI proponen una renovación en el enfoque educativo convencional que han empleado las instituciones de educación superior hasta la fecha. En la Universidad Industrial de Santander, según los lineamientos del plan de desarrollo institucional, se propuso como reto incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) dentro del modelo pedagógico de enseñanza. Por este motivo, el propósito de este proyecto fue implementar dichas tecnologías en la asignatura Beneficio de minerales por medio de la modalidad con recursos TIC. Los resultados evidenciaron la necesidad de complementar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la asignatura por medio del aula virtual. Así mismo, se establecieron los parámetros de diseño, contenido, presentación, orden y accesibilidad que mejor se adaptaran al proceso de aprendizaje de los estudiantes, los cuales fueron incorporados en un aula virtual, la cual se dividió en 8 secciones según los contenidos temáticos de la asignatura. Estos se desarrollaron en forma de presentaciones, mapas conceptuales, diagramas de procesos, guías de ejercicios, archivos audiovisuales, documentos, enlaces de interés y demás. En cada sección se agrupó la información y el material de apoyo desarrollado previamente. Así mismo, se utilizaron recursos que ofrece la plataforma como archivos, carpetas, enlaces URL y actividades como glosario, foro, chat, cuestionarios y crucigramas.

---

\* Proyecto de grado en la modalidad práctica en docencia.

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director: Ing. Walter Pardavé Livia.

## ABSTRACT

**TITLE:** IMPLEMENTATION OF THE ICT AS PEDAGOGICAL TOOLS IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESSES OF THE SUBJECT BENEFIT OF MINERALS ATTACHED TO THE PROGRAM OF METALLURGICAL ENGINEERING\*

**AUTHORS:** González Motta, Jennifer Johanna\*\*

**KEYWORDS:** Virtual Classroom, Moodle, TIC, benefit, minerals.

### DESCRIPTION

The growth in technological advances and their incorporation in the cognitive and social development of the human being in the XXI century propose a renewal in the conventional educational approach that have been used by higher education institutions to date. At the Universidad Industrial de Santander, according to the guidelines of the institutional development plan, information and communication technologies (ICT) were proposed as a touch-up within the pedagogical model of teaching. For this reason, the purpose of this project was to implement these technologies in the subject Benefits of minerals through the design of a virtual classroom in order to strengthen the professional skills of students in the program of Metallurgical Engineering and thus, complement through digital media the knowledge acquired in class and in the laboratory. For this, two surveys will be developed in which the perception of the students regarding the subject in the conventional modality and in the modality with ICT resources was known. The results evidenced the need to complement the teaching processes, the learning and the evaluation of the subject through the virtual classroom. Likewise, the parameters of design, content, presentation, order and accessibility that best adapt to the learning process of the students were established, which were incorporated into a virtual classroom, which was divided into 8 sections of the thematic contents of The subject. These will be developed in the form of presentations, conceptual maps, process diagrams, exercise guides, audiovisual files, documents, links of interest and so on. In each section, information and support material will be grouped. Likewise, the resources offered by the platform are used as files, folders, URL links and activities such as glossary, forum, chat, questionnaires and crossword puzzles.

---

\* Degree project practice in teaching

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Adviser: Ing. Walter Pardave Livia.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento en los avances tecnológicos y su incorporación en el desarrollo cognitivo y social del ser humano en el siglo XXI proponen una renovación en el enfoque educativo convencional que han empleado las instituciones de educación superior hasta la fecha. Esto contempla la incorporación de nuevas tecnologías de la información y comunicación para generar ambientes de aprendizaje alternativos que, si bien en primera instancia no van a sustituir el aula de clase ni la labor pedagógica del docente, seguramente brindarán un apoyo a las partes implicadas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Así mismo, el dinamismo social, económico, político e industrial en el cual se encuentra envuelta la sociedad actual propone al futuro profesional de Ingeniería Metalúrgica otra serie de desafíos enmarcados en el desarrollo de competencias que le permitan ser gestores de un aprovechamiento razonable de los recursos minerales, innovadores en la optimización y rentabilidad de los procesos y comprometidos con la implementación de novedosos sistemas de beneficio de minerales que generen el menor impacto ambiental.

Por tanto, el presente proyecto se basó en la implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para responder a la necesidad de complementar el proceso pedagógico de la asignatura Beneficio de Minerales, incorporando herramientas que incentivarán el desarrollo de conocimientos y habilidades en los estudiantes, al mismo tiempo que ayudarán al fortalecimiento de sus competencias profesionales en la era digital. Lo anterior se llevó a cabo mediante la construcción de un aula virtual con material interactivo, presentaciones claras y organizadas sobre los contenidos teórico-prácticos de la asignatura y sistemas de evaluación con el fin de dar cumplimiento a los propósitos académicos y lograr el desarrollo de las competencias en los estudiantes pertenecientes al programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander.

## 1. MARCO TEÓRICO

En Colombia, de acuerdo con el Plan Nacional para el Desarrollo Minero (PNDM), del Ministerio de Minas y Energía, se adoptó como visión para el año 2019 que la industria minera colombiana sería una de las más importantes del continente y lograría ampliar su participación en la economía nacional, llegando a ser una de las principales fuentes de ingreso del Estado. Para lograrlo, se han trazado metas como duplicar la explotación de carbón, multiplicar por cuatro la de oro, triplicar el área de contratos mineros y ejecutar proyectos ambientales para el desarrollo productivo, competitivo y responsable de la minería, entre otras acciones.<sup>1</sup>

Queda claro que el aprovechamiento y tratamiento de los recursos mineros del país debe ser realizado según los lineamientos institucionales paralelo a las buenas prácticas productivas y ambientales, Por tal motivo, considerando la importancia de la asignatura Beneficio de minerales, perteneciente al sexto nivel del programa de Ingeniería Metalúrgica, en la formación integral de estudiantes y futuros profesionales, se requiere hacer énfasis en los temas relacionados a mineralogía, caracterización de partículas minerales, procesos de reducción y clasificación por tamaños, métodos de concentración y manejo de sólidos. Lo anterior pretende ser complementado mediante la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el desarrollo del contenido de esta asignatura.

### 1.1 ¿QUÉ SON LAS TIC?

Se entiende por Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como aquellas herramientas electrónicas mediante las cuales se logra transmitir una información

---

<sup>1</sup> Colombia País Minero – Plan Nacional para el Desarrollo Minero visión al año 2019 - UPME 2006. [en línea]. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <[https://www.minminas.gov.co/documents/10180/412670/PNDM\\_2019\\_Final.pdf](https://www.minminas.gov.co/documents/10180/412670/PNDM_2019_Final.pdf)>

de forma clara a las partes involucradas, ya sea por medio de un dispositivo electrónico y un receptor o entre dos o más interlocutores.<sup>2</sup> Actualmente se cuentan con dispositivos electrónicos que poseen una elevada capacidad para almacenar, procesar y transmitir determinada cantidad de información de manera rápida, oportuna y segura. Lo que, sin duda, ha producido un cambio significativo en la forma en la que los seres humanos contemporáneos se comunican, entablan relaciones sociales y fortalecen el conocimiento.

## **1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN**

El entorno digital en el cual nos desenvolvemos a diario nos obliga a adaptarnos a tecnologías cada vez más complejas, pero que terminan siendo muy valiosas cuando son usadas correctamente como apoyo en los procesos de construcción del conocimiento. Uno de los mayores aportes que dichas tecnologías hacen sobre la educación radica en que tienen la capacidad de despertar el interés en los alumnos porque desarrollan el sentido crítico, fortalecen las facultades de observación e investigación, profundizan el análisis de textos e imágenes, fomentan el uso de nuevas herramientas, mejoran la comunicación entre profesores y estudiantes, facilitan el proceso de evaluación, aumentan la capacidad de exploración y asimilación de nuevos conceptos, entre otras.<sup>3</sup>

Sin embargo, la incursión de las TIC como parte del nuevo modelo pedagógico en el marco educativo e institucional trae consigo una serie de desventajas como su baja aceptación por parte de los docentes con formación en pedagogía tradicional, la evidente necesidad de invertir en la adecuación de aulas dotadas de computadores con acceso a internet, sumado al uso inapropiado de las

---

<sup>2</sup> ALTABLERO, Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Nuevas Tecnologías al servicio de la educación. [en línea] 2004. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87399.html>>

<sup>3</sup> MORRISEY, Jerome. El uso de TIC en la enseñanza y aprendizaje, Cuestiones y desafíos. [en línea]. Consultado 14 de septiembre de 2018 Disponible en: <http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD30/contenido/pdf/morrisey.pdf>

herramientas y medios de comunicación que desvirtúan los fines educativos junto a la cantidad de información que abunda en internet, que en algunos casos no llega a ser verídica para su vinculación en los procesos de enseñanza y aprendizaje.<sup>4</sup>

Por tal motivo, se requiere que tanto estudiantes, docentes como Instituciones le den la importancia a la implementación de las TIC en la educación basados en las estrategias de enseñanza y aprendizaje, las cuales están asociadas al estudio de procedimientos que permitan planificar y estructurar actividades para acompañar los procesos de formación integral y lograr aprendizajes significativos.<sup>5</sup>

En el caso particular de la Universidad Industrial de Santander según lo contemplado en el acuerdo No. 080 de 2007 dentro del Plan de Desarrollo Institucional (2008-2018), se propone como reto lo siguiente: “Incorporar en el modelo pedagógico el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, según diversos campos disciplinares, con criterios exigentes de calidad y formación humana integral, lo cual exige nuevas competencias comunicativas y un enfoque innovador para el diálogo profesor - estudiante en el proceso de aprendizaje”.<sup>6</sup> Lo anterior evidencia el compromiso de la institución hacia la promoción y consolidación de este tipo de iniciativas enfocadas a la innovación de modelos educativos e incorporación de nuevas tecnologías.

Por esta razón, la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales ha venido implementando trabajos desarrollados por estudiantes y docentes sobre el uso de las TIC y diseño de aulas virtuales como recursos pedagógicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas del programa. Uno de estos trabajos fue en desarrollado en la Escuela durante el primer semestre de 2017

---

<sup>4</sup> HUIDOBRO, José Manuel. Tecnologías de información y comunicación. [en línea] Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H3108YC5-BYQQP>

<sup>5</sup> CORREDOR, Martha Vitalia, PÉREZ, Martha Ilce y ARBELÁEZ, Ruby. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Bucaramanga. Ediciones UIS. 2009. 239 pág.

<sup>6</sup> Plan de Desarrollo Institucional 2008 – 2018. Universidad Industrial de Santander. [en línea] 2007. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/planeacionUIS/>

por los profesores Walter Pardavé, Pedro L. Delvasto, Elcy M. Córdoba y, el entonces estudiante, Armando J. Solórzano, quienes diseñaron un aula virtual en Moodle que incorporaba el contenido de tres áreas importantes en Metalurgia Extractiva y que correspondían a las asignaturas Balance de masa y energía, Beneficio de minerales y Pirometalurgia de tercer, sexto y séptimo nivel respectivamente.<sup>7</sup>

Así mismo, desde 2013 se han realizado tres proyectos de grado en la modalidad práctica docente, titulados “Diseño e implementación de un aula virtual interactiva apoyada en las tecnologías de la información y comunicación para la asignatura de materiales refractarios”<sup>8</sup>, “Implementación de TIC como complemento del proceso de enseñanza/aprendizaje en la asignatura corrosión correspondiente a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales”<sup>9</sup> e “Implementación de una herramienta tecnológica para complementar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la asignatura Metalografía”<sup>10</sup>

### **1.3 OPERACIONES UNITARIAS PARA EL BENEFICIO DE MINERALES**

El aprovechamiento de los recursos minerales ha representado un completo desafío para el ser humano, ya que la mayoría de los metales presentes en la naturaleza se encuentran asociados a otros elementos formando compuestos conocidos como minerales. De allí surge lo que se conoce como metalurgia extractiva, la cual es una

---

<sup>7</sup> Resultados de la etapa diseño y aprobación de la propuesta convocatoria TIC 2017-1 Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. [en línea] 2017. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/w ebUIS/es/rss/imagenes/resultadosConvTICReso1225-2017.pdf>

<sup>8</sup> ACEVEDO PINEDA, Sandra Carolina; UMAÑA MARTINEZ, Zuleiny Yurley. Diseño e implementación de un aula virtual interactiva apoyada en las tecnologías de la información y comunicación para la asignatura de materiales refractarios. Bucaramanga. 2013. Tesis de pregrado (Ingeniería Metalúrgica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

<sup>9</sup> MALDONADO ZALDUA, Luisa Fernanda; NIÑO JOYA, Myriam Lizeth. Implementación de TIC como complemento del proceso de enseñanza/aprendizaje en la asignatura corrosión correspondiente a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Bucaramanga. 2017. Tesis de grado (Ingeniería Metalúrgica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

<sup>10</sup> ACEVEDO YEPES, Carlos Antonio; BALLESTEROS BARRERA, Luz Andrea. Implementación de una herramienta tecnológica para complementar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la asignatura Metalografía. 2018. Tesis de grado (Ingeniería Metalúrgica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

rama de la Ingeniería metalúrgica que se encarga de estudiar los procesos y métodos de extracción de metales con un valor comercial a partir de sus depósitos minerales. El área de beneficio de minerales, como su nombre lo indica, se encarga de analizar los procesos de separación, extracción y concentración que mejor se adapten tanto al tipo y composición química de la mena como a las normativas minero ambientales del país.

El procesamiento de minerales combina diferentes operaciones unitarias con el propósito de lograr la separación de minerales deseada. El primer paso en el procesamiento de minerales es la reducción de tamaño o conminución, la cual se logra mediante el uso de trituradoras y molinos de molienda donde el mineral se reduce a partículas muy pequeñas. Para aumentar la eficiencia del sistema se realiza una clasificación por tamaños en las etapas de la conminución empleando harneros e hidrociclones para la trituración y molienda respectivamente. Una vez que las partículas han alcanzado el tamaño deseado se pueden utilizar diferentes procesos para separar las partículas valiosas de la pulpa. Dentro de estos se incluyen: flotación, métodos de concentración gravimétrica, separación por medios densos, separación magnética, entre otros. El agua que acompaña a los concentrados, generalmente se elimina antes de que el producto salga de la planta de concentración, por lo cual se realizan operaciones de filtración, espesamiento y secado.

**1.3.1 Conminución.** La trituración consiste en la primera etapa de reducción de tamaño del cuerpo mineral. Se realiza mediante máquinas pesadas que se mueven con lentitud, pero ejercen presiones muy grandes a bajas velocidades. Estas máquinas son conocidas como trituradoras o chancadoras. Existen las trituradoras de mandíbulas, que están formadas por dos superficies, una de ellas es fija y la otra es móvil. La superficie móvil se acerca o aleja de la fija triturando de esta forma el material que se encuentra en medio de las dos superficies. La trituradora giratoria, está constituida por una superficie fija en forma de embudo y otra móvil en forma de

cono ubicada en el centro del embudo. La superficie móvil se desplaza en movimiento excéntrico y tritura el material cuando se encuentra con la superficie fija.<sup>11</sup> La trituradora de cono es similar a la trituradora giratoria pero modificada, ya que posee una cámara de trituración con una forma aplanada, lo que le da mayor capacidad y mejor razón de reducción del material, permitiendo que las partículas permanezcan mayor tiempo sometido al esfuerzo y reduzca aún más su tamaño. Usualmente se realizan tres etapas de trituración consecutivas dado que una etapa algunas veces no es suficiente para reducir el mineral adecuado para la posterior etapa de molienda, la trituración primaria reduce los minerales de 1.5 m a un producto entre 15 cm y 20 cm; la trituración secundaria recibe el producto anterior y lo reduce entre 5 cm y 8 cm; consecutivamente, el producto de la etapa terciaria tiene un tamaño entre 1 cm y 1.5 cm.<sup>12</sup>

Por otro lado, la molienda consiste en una etapa posterior a la trituración en donde se reduce el tamaño de las partículas desde 1 cm a micrones. Este proceso se realiza generalmente en cilindros rotatorios que contienen cuerpos moledores en su interior, los cuales son levantados por la rotación del cilindro para fracturar las partículas minerales. Los mecanismos de fractura de partículas que actúan de forma simultánea son abrasión, compresión e impacto, sin embargo, de acuerdo con el molino, puede que un mecanismo predomine por encima de otro.<sup>13</sup> La molienda convencional se realiza en dos etapas usando molino de barras y molino de bolas. También están los molinos semiautógenos que tienen mayor potencia y tamaño que los molinos de bolas y consiguen un tamaño de partículas menor

---

<sup>11</sup> JIMÉNES AGUAYO, Oscar Claudio. Análisis y diseño de un sistema de monitoreo de costos operaciones en línea de procesos mineros. Santiago de Chile. 2007. Tesis de grado (Ingeniero Civil Electricista). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Escuela de Ingeniería Eléctrica.

<sup>12</sup> Capítulo 12: Procesamiento de minerales. Departamento de Ingeniería Metalúrgica – Universidad de Santiago de Chile. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgia/files/paginas/capitulo12.pdf>

<sup>13</sup> TAPIA QUESADA, Jaime. Preparación mecánica de minerales, Cap 4. Fundamentos de la conminución. Universidad de Arturo Prat. Chile. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/pedro2914/teoria-deconminucion>

**1.3.2 Separación.** Después de cada etapa de reducción de tamaño, cuando el mineral sale de la trituradora pasa por una etapa de separación donde las partículas que no cumplen con un tamaño requerido son recirculadas para que pasen de nuevo por el circuito de conminución y logren el tamaño adecuado. Uno de los equipos separadores por donde pasa el mineral es conocido como harnero y va después de la etapa de trituración cuando el material que ingresa está seco y es separado por tamaños. Por otra parte, a la salida de los molinos generalmente se encuentra un equipo de clasificación conocido como hidrociclón, el cual recibe la pulpa mineral y mediante la fuerza centrífuga y de arrastre generan dos corrientes de flujo al interior del hidrociclón logrando hacer una separación por gravedad específica.<sup>14</sup>

**1.3.3 Concentración.** El proceso de concentración de minerales tiene como finalidad concentrar las especies de interés según las propiedades físico - químicas de la superficie y/o las propiedades físicas o volumétricas del mineral. La flotación es un proceso selectivo que se basa en la interacción de burbujas con las partículas finas de sólidos suspendidas en el agua. Se realiza en celdas de flotación en donde se inyecta un gas que interactúa con las partículas finas de la pulpa mineral. Por otro lado, la concentración gravimétrica se basa en la diferencia en peso específico entre el mineral valioso y los minerales ganga es utilizada para alcanzar su separación. Los concentradores magnéticos aprovechan la diferencia entre las propiedades magnéticas de las partículas de minerales presentes que componen una mezcla. Finalmente, la concentración electrostática es un método de concentración basado en las diferencias registradas en la movilidad de los electrones de los distintos minerales cuando las partículas de éstos son sometidas a la influencia de un campo eléctrico.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> BLANCO, Emilio A. Clasificación Indirecta. Universidad de Cantabria. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/10.\\_clasificacion\\_indirecta.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/10._clasificacion_indirecta.pdf)

<sup>15</sup> PAVEZ, Osvaldo. Concentración de minerales I. Universidad de Acatama. Facultad de ingeniería. Departamento de Metalúrgica. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58507012/Conce- ntracion-de-minerales>

**1.3.4 Manejo de lodos.** Los espesadores procesan las pulpas provenientes de la etapa de flotación, tanto el concentrado como el relave. El objetivo de este proceso es hacer una separación sólido – líquido a través del fenómeno de la sedimentación, la cual puede verse alterada si se varía el pH de la alimentación o se usan floculantes.<sup>16</sup> En sí, la separación se produce en unos tanques cilíndricos grandes con un fondo en forma de cono que se llaman espesadores. Allí se vierte la pulpa de flotación y gracias a la acción de la fuerza de gravedad, las partículas sólidas más grandes, al cabo de un tiempo, tenderán a depositarse en el fondo del espesador mientras que el agua se mantendrá en la zona superior. El resultado que se obtiene en la zona de descarga es una pulpa con un alto porcentaje de sólidos y en la salida de derrame un líquido con una mínima cantidad de partículas sólidas. Con esto, se logra que el concentrado tenga el menor grado de humedad posible y se recupera el agua de la pulpa para recircularla a la etapa de molienda y/o flotación.<sup>17</sup> De requerirse, se puede hacer una etapa posterior de filtrado y secado para reducir aún más el contenido de agua presente en la pulpa.

---

<sup>16</sup> Boletín minero No. 1299. Espesamiento de pulpas. Mayo 2016. Fundación Tecnológica. Chile [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: [http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/wp-content/uploads/2017/05/Art%C3%ADculo-FT-Boletín-Minero-1299\\_2016\\_05.pdf](http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/wp-content/uploads/2017/05/Art%C3%ADculo-FT-Boletín-Minero-1299_2016_05.pdf)

<sup>17</sup> FUENZALIDA HIDALGO, Nicolás Javier. Estudio y evaluación del sistema de espesadores de relave de la división andina mediante herramientas de simulación. Santiago de Chile. 2017. Tesis de grado (Ingeniero Civil Químico). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Escuela de Ingeniería Química y Biotecnología.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar las tecnologías de información y comunicación (TIC) como herramientas pedagógicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Beneficio de minerales adscrita al programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer indicadores de percepción de los estudiantes respecto a la asignatura Beneficio de minerales y hacer un análisis diagnóstico, en la modalidad convencional y la modalidad con recursos TIC, que permita su complementariedad.

Recopilar información sobre fundamentos teórico-prácticos y clasificar el contenido teniendo en cuenta los propósitos académicos y ejes temáticos de la asignatura Beneficio de minerales.

Diseñar un aula virtual interactiva que contenga material audiovisual, guías prácticas de laboratorio, formatos de evaluación y seguimiento, foro, galería y presentaciones con información clara y organizada sobre la asignatura Beneficio de minerales.

### 3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología empleada en el desarrollo del presente proyecto se resume en el esquema general que se muestra a continuación. Posteriormente se hace undescripción de las etapas principales.

**Figura 1.** Diagrama general de la metodología de trabajo empleada.



### **3.1 DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE PERCEPCIÓN Y ANÁLISIS DIAGNÓSTICO**

En esta primera etapa se establecieron los indicadores de percepción de los estudiantes respecto a la asignatura Beneficios de minerales, en la modalidad convencional y la modalidad con recursos TIC. Para esto, se realizaron dos encuestas de selección múltiple por medio de la herramienta “Formularios” que ofrece Google Drive. Uno de los cuestionarios estuvo dirigido a los estudiantes que habían visto la asignatura en semestres anteriores al 2018-II y que al momento de responderla se encontraban en séptimo, octavo, noveno y décimo nivel de su plan de estudios. La segunda encuesta se dirigió a los estudiantes que tenían matriculada la asignatura Beneficio de minerales durante el segundo semestre de 2018 y estaban usando el aula virtual desarrollada en Metalurgia Extractiva.<sup>18</sup>

Seguidamente, los resultados de ambas encuestas fueron tabulados por medio de la misma herramienta de Google Drive lo que facilitó su respectivo análisis. Al estudiar los indicadores evaluados se logró establecer las pautas en cuanto al diseño, organización, presentación, selección de recursos y contenidos que más se adaptaran a las necesidades de los estudiantes, las cuales se tuvieron en cuenta en el desarrollo del presente proyecto para consolidar un aula virtual propia de la asignatura Beneficio de minerales.

### **3.2 RECOPIACIÓN, ORGANIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se realizó una revisión bibliográfica de fuentes confiables sobre los fundamentos teórico-prácticos en el beneficio de minerales afines al eje temático establecido en la asignatura, dentro de los cuales se encuentran los principios básicos de

---

<sup>18</sup> Ibid. Pág. 16

mineralogía, yacimientos mineros, técnicas de muestreo, operaciones unitarias para el beneficio de minerales, dimensionamiento de equipos, variables operacionales, reglamentación nacional, manejo de impactos ambientales, principales proveedores de maquinaria y equipos, especificaciones, entre otros. Una vez se recopiló la información, esta fue organizada en un documento de Excel mediante un formato para el diseño de experiencias en líneas que incluía el tema de la unidad, las competencias a desarrollar y los documentos para facilitar la posterior adecuación del contenido en el aula virtual.

### **3.3 SELECCIÓN Y EJECUCIÓN DE HERRAMIENTAS TIC**

En esta etapa se recopiló información acerca de los recursos que ofrece la plataforma Moodle y de otros que se han implementado en la educación. Así mismo, se tuvieron en cuenta los resultados de las encuestas realizadas, para escoger los programas, aplicaciones y herramientas multimedia que se pudieran adaptar a la forma en que los estudiantes asimilan mejor la información. Luego se evaluaron los recursos y fueron seleccionados aquellos que generaban mayor contribución de su aprendizaje para emplearlos en el aula virtual. Los recursos que se usaron fueron programas como Microsoft Power Point, Word, Excel y PDF Adobe Creator para hacer presentaciones, tablas, mapas conceptuales, diagramas de procesos, guías y otros formatos sobre los contenidos temáticos de la asignatura, páginas de internet como Freepick para complementar el diseño de portadas y avatars, aplicaciones como Gif Maker para construir animaciones en formato Gif; Corel DrawX3 para el diseño de imágenes y herramientas propias de Moodle como foro, chat, avisos, glosario, archivos, carpetas, tareas, enlaces URL y cuestionarios.

### **3.4 DISEÑO Y DESARROLLO DEL AULA VIRTUAL**

En esta etapa se integró la información, los recursos y el material de apoyo desarrollado dentro de la plataforma institucional Moodle porque este es un espacio

virtual que, además de estar avalado por la Universidad, proporciona importantes beneficios tanto a estudiantes como a docentes por ser un sitio accesible, de fácil manejo, que cuenta con varios recursos interactivos y actividades, además permite agilizar el proceso de evaluación, llevar un seguimiento, mejorar la comunicación, optimizar la presentación de información, organizar el contenido y demás. Así que, primero fue necesario habilitar el aula virtual, por lo que se acudió al Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS – CEDEDUIS, ya que es la unidad autorizada por la Vicerrectoría Académica de la Universidad para dirigir, asesorar, capacitar y evaluar el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos de la Institución.<sup>19</sup>

Una vez creada el aula virtual destinada a la asignatura Beneficio de minerales, se dividió en 8 secciones, las cuales fueron: General, Unidad 1. Mineralogía Básica, Unidad 2. Caracterización de partículas, Unidad 3. Conminución, Unidad 4. Separación de tamaños, Unidad 5. Concentración, Unidad 6. Manejo de lodos y Prácticas de laboratorio. Luego, se estructuró el contenido de cada unidad mediante las herramientas de edición para insertar y acondicionar las presentaciones, videos, animaciones, enlaces de consulta, actividades, quices y otros recursos.

---

<sup>19</sup> Presentación del Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS – CEDEDUIS. Universidad Industrial de Santander. [en línea]. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/cededuis/presentacion.jsp>

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN SOBRE LA ASIGNATURA BENEFICIO DE MINERALES

**4.1.1 Modalidad Convencional.** Este formulario constó de 8 preguntas de selección múltiple con única y múltiple respuesta y se aplicó a una población de 59 estudiantes, de los cuales el 15.3% se encontraban cursando séptimo, 23.7% octavo, 28.8% noveno y 32.2% décimo semestre del programa de Ingeniería Metalúrgica. Ver anexo A. Los aspectos evaluados a través de esta encuesta permitieron evidenciar la necesidad que tienen los estudiantes de fortalecer los conocimientos adquiridos en la asignatura Beneficio de minerales y de complementar su formación académica junto al desarrollo de diversas competencias mediante la incorporación de las TIC en las aulas de clase.

Al preguntarle a los estudiantes si consideraban, cuando vieron la materia, que lo aprendido en clase de Beneficio de minerales le aportó a su formación profesional, se obtuvo que un 69.5% de la población manifestó estar satisfecha con el conocimiento adquirido en esta materia. Sin embargo, un 30.5% restante afirmó que el aporte a su formación había sido escaso. Es decir, al menos tres de cada diez estudiantes encuestados consideraron que la contribución por parte de una de las asignaturas más importantes de la carrera que, no sólo es de sexto nivel, sino que también es requisito para otras materias en la línea de metalurgia extractiva como pirometalurgia e hidro y electrometalurgia, había sido poca. Respecto a la pregunta acerca de qué tanto recordaban haber aprendido tanto del componente teórico como del práctico en la asignatura, en ambos casos, alrededor de un 66.1% manifestó recordar entre mucho y bastante, dejando claro que, pese a que es un buen resultado, aún quedan aspectos pedagógicos que deben mejorarse.

Finalmente, un 40.7% de la población encuestada afirmó que de haber contado con un aula virtual al momento de cursar la asignatura hubiera mejorado considerablemente no sólo los resultados, sino su experiencia de aprendizaje. Así mismo, un 49.2% dijo que su rendimiento seguramente hubiera mejorado un poco y tan sólo un 10.2% consideró que la implementación del aula de ninguna forma habría generado variaciones en su desempeño. Otra de las preguntas se conoció la opinión de los estudiantes sobre si consideran necesario o no implementar un aula virtual en la asignatura Beneficio de minerales a lo cual, un 89.8% estuvo a favor.

**4.1.2 Modalidad con recursos TIC.** La segunda encuesta se realizó a 20 de los 38 estudiantes que tenían matriculada la asignatura Beneficio de minerales durante el segundo semestre de 2018, quienes accedieron voluntariamente a responder un cuestionario con 12 preguntas de selección múltiple con única y múltiple respuesta. Por medio de esta encuesta, se pudo conocer el nivel de aceptación de los espacios virtuales de aprendizaje dentro del modelo pedagógico de la asignatura por parte de los estudiantes y el docente, así como los aspectos de diseño, recursos, contenido, organización y accesibilidad que más les habían llamado la atención, aquellos que habían hecho un mayor aporte a su formación y cuáles consideraban deberían implementarse o mejorar. Ver Anexo A.

Los resultados obtenidos frente a las preguntas formuladas acerca de la frecuencia con la que los estudiantes accedían al aula virtual y cuál era la razón por la que lo hacían muestran que los estudiantes lo hacen frecuentemente ya que el 45% de los estudiantes ingresaban al aula entre 1 a 2 veces en la semana, un 30% de 3 a 5 veces por semana y un 25% lo hace tan sólo una sola vez al mes. Así mismo, un 65% de los estudiantes aseguró que la razón principal por la cual accedía al aula era porque deseaba revisar el material de estudio, un 20% porque se acercaba la época de parciales y otro 15% porque profesor lo recomendaba. De allí surge la pregunta de qué tan seguido el docente fomenta la participación de los estudiantes en el aula, la respuesta fue de un 90% entre siempre y casi siempre, frente a un

10% de algunas veces. Lo anterior evidenció que, tanto los estudiantes como el docente, están familiarizados con los espacios virtuales de aprendizaje, los consideran necesarios y, por ende, hay una respuesta positiva de ambas partes para el uso adecuado y constante de esta herramienta educativa.

Por medio de esta encuesta también se conocieron los aspectos del aula virtual que más les habían gustado a los estudiantes. Entre ellos están la accesibilidad y facilidad de manejo con un 20% y 35% respectivamente, siendo los aspectos de mayor aceptación entre los estudiantes, por ende, Moodle como plataforma para incorporar las TIC en la asignatura resulta apropiada y asimilable. Sin embargo, se observó que hay aspectos del aula en los que se debe trabajar, ya que tan sólo un 15% de los estudiantes manifestó estar a gusto con el diseño del aula, otro 15% con el contenido, un 10% con los recursos interactivos y otro 5% con todas las anteriores. Para complementar a lo anterior, se indagó acerca de los aspectos del aula que los estudiantes consideraban debían mejorarse, dentro de los que se destacan: acondicionar el aula a un diseño más llamativo, agregar un contenido apropiado según el eje temático y lo visto en clase y mejorar la organización y forma de presentar la información dentro del aula. Así mismo, un 45% de los estudiantes consideraron que, además de los aspectos anteriormente mencionados, era importante implementar actividades de evaluación e incorporar las prácticas de laboratorio en el aula.

Los estudiantes respondieron que el aporte hecho por el material disponible en el aula para estudiar y preparar las clases debía complementarse ya que un 45% de ellos lo consideró entre malo, insuficiente y/o por mejorar, frente a un 55% que dijo que era bueno y suficiente. Al preguntarle a los estudiantes sobre qué recursos consideraban que más aportaban a forma en que asimilaban mejor la información y generaban conocimiento, ellos afirmaron que era a través de material audiovisual, mapas conceptuales, lecturas y diagramas. Estos aspectos se tuvieron en cuenta

en la selección, estructuración y adecuación del contenido del aula virtual con el fin de complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura.

#### **4.2 CONSOLIDACIÓN DEL AULA VIRTUAL DE BENEFICIO DE MINERALES**

El diseño del aula virtual de la asignatura Beneficio de minerales se realizó mediante la plataforma institucional Moodle, por este motivo, para ingresar se debe acceder a la página principal de la Universidad Industrial de Santander. El aula virtual se dividió en ocho secciones, dentro de las que se encuentran: General, 1. Mineralogía, 2. Caracterización de partículas, 3. Conminución, 4. Separación por tamaños, 5. Concentración, 6. Manejo de lodos y Laboratorio.

La primera sección del aula virtual corresponde a la introducción e información general del curso, allí el estudiante recibirá unas palabras de bienvenida seguido de una breve descripción de lo que es el beneficio de minerales junto a un video, disponible y tomado de la página de Youtube sobre la importancia de la minería en la vida del ser humano. Igualmente, al final de esta sección, podrá acceder al contenido del curso, un glosario en formato PDF y la bibliografía sugerida, dentro de la cual está el enlace directo a la base de datos de la Universidad. De igual manera, se incorporaron tres actividades que ofrece la plataforma Moodle, las cuales son foro, chat y avisos. Se usaron los foros para fomentar el intercambio de ideas y opiniones entre los mismos estudiantes y/o el docente. Según las características de la asignatura, se consideró conveniente agregar allí información acerca de los principales congresos nacionales e internacionales afines al área de la minería para incentivar la participación de los estudiantes en dichos eventos y estrechar la relación entre estudiantes e industria. Así mismo, se dispuso el chat para facilitar la comunicación y la respuesta de inquietudes entre los estudiantes y el docente fuera de clase. En avisos, el docente podrá dar a conocer las fechas importantes relacionadas a parciales, entrega de informes, talleres, quices y demás actividades que sean asignadas a lo largo del curso.

Figura 2. Portada del aula virtual de la asignatura Beneficio de minerales.



*Te damos la bienvenida al aula virtual del curso Beneficio de minerales del programa de Ingeniería Metalúrgica. Esperamos que este espacio de aprendizaje virtual sea de tu completo agrado y que el contenido presentado a continuación te permita adquirir, desarrollar y fortalecer tus competencias cognitivas.*

El procesamiento de minerales como su nombre lo indica, consiste en hacer un tratamiento de la roca con el fin de separar los minerales valiosos conocidos como menas de los desechos o gangas. El beneficio de minerales es el primer proceso al cual la mayoría de minerales se someten después de la extracción para obtener un material más concentrado apto para continuar la cadena de procesos en la metalurgia extractiva. Dentro de las principales operaciones para el beneficio de minerales se encuentran la trituración, molienda, concentración, flotación, espesamiento, separación y desaguado. Sin embargo, existen otras operaciones complementarias que se realizan dentro de una planta de procesamiento de minerales tales como transporte de minerales, determinación de centros de acopio, disposición de residuos y controles metalúrgicos de procesos mediante la caracterización de minerales. Todas estas operaciones serán abordadas en este curso.

### ¿Por qué es importante la minería para nuestra vida?

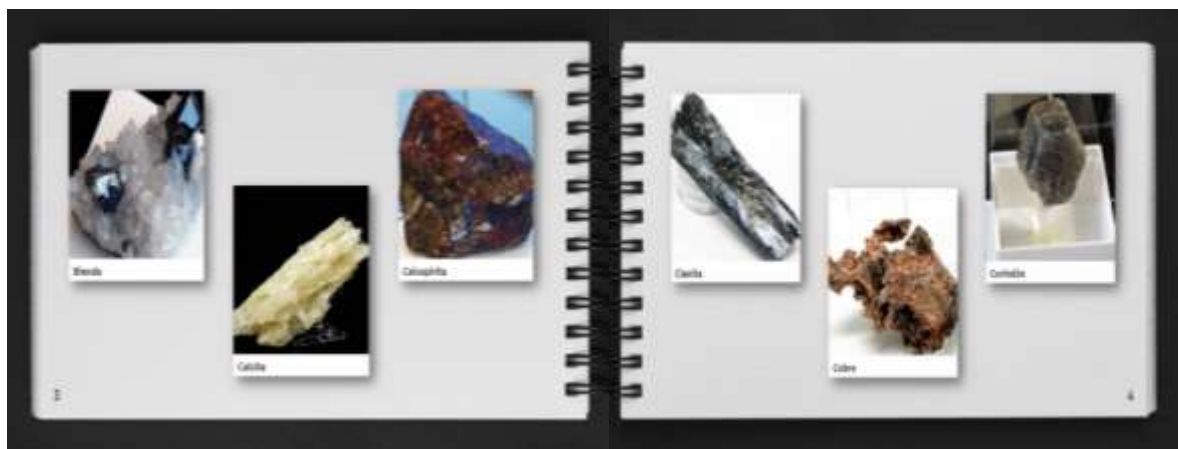


Fuente: AngloGold Ashanti - Youtube

- Avisos
- Foro
- Chat
- Programa del curso
- Ley 23 de 1982 "Sobre los derechos de autor"
- Glosario on line
- Bibliografía
- Términos asociados a la asignatura

En la unidad de mineralogía básica se hizo una breve descripción acerca de qué es un mineral, sus propiedades físicas y clasificación mineralógica, los principales yacimientos minerales, las minas subterráneas y a cielo abierto, el ciclo de vida de una mina y los efectos medioambientales de la minería. Toda esta información se agrupó en forma de diagramas, tablas, imágenes y presentaciones que fueron previamente desarrolladas mediante los programas Microsoft Power Point, Word y Excel, Corel DrawX3 y PDF Adobe Creator, las cuales fueron luego extraídas en formato PNG para facilitar su posterior ubicación dentro del aula mediante las herramientas de edición. Así mismo, teniendo en cuenta los resultados de las encuestas realizadas, se agregaron videos complementarios disponibles y tomados de la página de internet Youtube para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. También se diseñó una galería de minerales con la aplicación Canva, la cual fue descargada como archivo JPEG y exportada en formato Gif, mediante la aplicación Gif Maker. Adicionalmente, se añadieron diferentes recursos en formato PDF y enlace URL al final de la sección con el fin de que el estudiante pueda profundizar la búsqueda de información y complementar los temas tratados en clase. Ver Anexo C.

**Figura 3.** Galería de minerales.



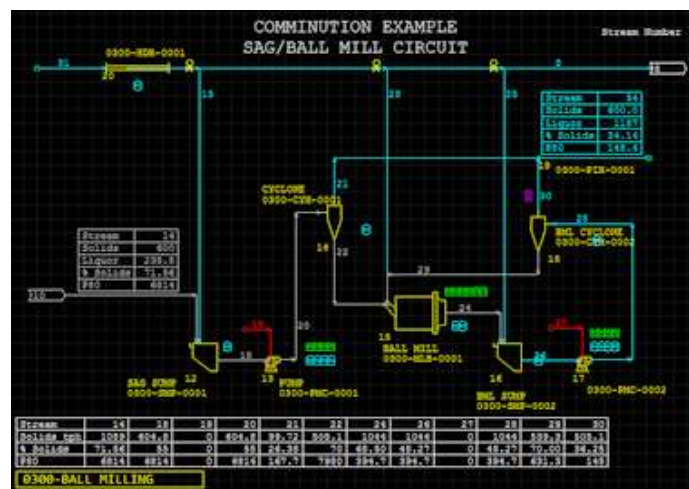
En la unidad 2 se abordaron los temas relacionados a la caracterización de partículas ya que es una de las actividades de mayor importancia en el control metalúrgico para asegurar el correcto funcionamiento del todo el sistema. Los temas de esta unidad incluyeron los métodos de muestreo y errores principales de la técnica, las características de las partículas minerales, el análisis granulométrico y las funciones de distribución de tamaños. Así mismo, como en la unidad anterior, se manejó un mismo patrón de diseño, orden y presentación de contenidos para esta y las demás secciones del aula virtual. Se insertaron videos tomados de Youtube para recordarle y facilitarle al estudiante cómo se deben hacer los cálculos, tablas y gráficas del análisis granulométrico mediante la herramienta Excel. Al final de la sección, el estudiante también podrá encontrar material de apoyo y acceso a un test virtual sobre las propiedades y caracterización de partículas en la página Particle Technology.

En la sección 3 y 4 se trataron los temas relacionados con los procesos de conminución y separación respectivamente. Se hizo una descripción de los mecanismos de fracturas que se dan en los minerales cuando son sometidos a una reducción de tamaño para su beneficio, así como, los circuitos de conminución, fundamentos teóricos y los equipos de trituración y molienda empleados en la reducción gruesos y finos. Por otro lado, se explicó el funcionamiento de los harneros e hidrociclones para la separación y clasificación, sus funciones dentro del circuito de conminución, principios de funcionamiento, tipos y especificaciones de los equipos de separación. Todo lo anterior se complementó mediante videos y recursos agregados al final de cada módulo dentro de los que se encuentran manuales de operación para circuitos de conminución, ejemplos y ejercicios para el dimensionamiento de los equipos de trituración y molienda.

Así mismo, se incluyeron dentro del aula virtual algunos manuales de uso, proveedores y versiones Demo de softwares como Molycoop, MetSmart, Metso y Simula para que los estudiantes se enteren e interesen por aprender a utilizarlos en

balances, circuitos de conminución y concentración de minerales, ya que estas herramientas son comúnmente usadas por las empresas mineras de hoy en día, las cuales, en su búsqueda por optimizar, predecir y tener un mayor control sobre los procesos operativos que ocurren al interior de las plantas de beneficio, emplean en sus circuitos software de simulación.

**Figura 4.** Software de simulación empleado en los circuitos de conminución.



Tomado de: Grinding & Flotation Simulation Software

En la unidad 5 se trataron los temas sobre las técnicas de concentración de minerales por flotación, el método gravimétrico, electrostático y magnético. Allí se mencionaron algunas consideraciones y aspectos importantes de estos procesos. Al final de la sección se ubicaron archivos en formato PDF y enlaces URL para acceder a más información. En la sección 6 se abordó el manejo de lodos en la minería, la ubicación de relaves y los equipos de espesamiento y filtrado empleados para lograr aprovechar la mayor cantidad de especies con valor comercial y generar el menor impacto ambiental. Esta sección tiene, del contenido anteriormente mencionado, videos tomados de Youtube y presentaciones con ilustraciones, diagramas de procesos y mapas conceptuales que resultan llamativos, claros y ordenados.

Finalmente, en la sección de Laboratorio, se describieron las normas de seguridad que deben cumplirse para trabajar dentro del laboratorio, las normas de higiene y el procedimiento para el manejo de equipos. Adicionalmente, se mostraron los elementos de protección personal con los que debe contar el estudiante tanto al ingreso como en el transcurso de la práctica.

**Figura 5.** Normas de seguridad en el laboratorio y equipo de protección personal.



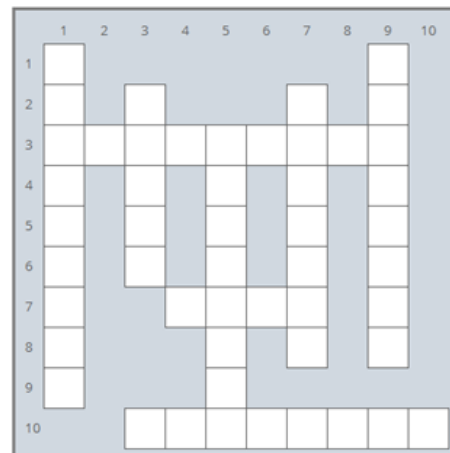
Por medio de las herramientas de edición que posee la plataforma Moodle, se adjuntaron las guías de Beneficio de minerales correspondientes a cada una de las doce prácticas de laboratorio que generalmente se realizan en el transcurso del curso. Así mismo, se adjuntó un video alusivo disponible y tomado de la página de Youtube, en el cual se mostraba la metodología a emplear y/o los fundamentos teóricos para realizar los cálculos correspondientes. Adicional a esto, se diseñaron para cada práctica dos actividades de evaluación, de las cuales, una consistió en un pequeño quiz mediante las actividades que ofrece la plataforma como lo son

cuestionarios de selección múltiple con única y múltiple respuesta, preguntas de falso y verdadero, entre otras. Mientras que, la segunda actividad de evaluación consistió en emplear otra actividad en modalidad de tarea llamada Informe de laboratorio No. Con la cual se habilita la opción para que el estudiante suba un archivo PDF con un tamaño no mayor a 3 MB asociado al informe de que debe entregar en días posteriores a la práctica de laboratorio. Para ambas actividades de evaluación se estableció una calificación en escala de 0.0 a 5.0, siendo 0.0 la menor nota y 5.0 la más alta.

**Figura 6.** Sección de laboratorio del aula virtual.



- Práctica 1. Identificación de minerales
  - Quiz 1
  - Informe de Laboratorio I
- Práctica 2. Muestreo y análisis granulométrico
  - Quiz 2
  - Informe de Laboratorio II
- Práctica 3. Determinación del ángulo de reposo
  - Quiz 3
  - Informe de Laboratorio III
- Práctica 4. Trituración de minerales
  - Quiz 4
  - Informe de Laboratorio IV



## 5. CONCLUSIONES

Se determinaron los índices de percepción de los estudiantes sobre la asignatura Beneficio de minerales mediante un formulario de Google de 8 y 12 preguntas de selección múltiple con única y múltiple respuesta en la modalidad convencional y con recursos TIC respectivamente. Lo cual permitió establecer los aspectos de diseño, contenido, presentación, recursos y accesibilidad que se tuvieron en cuenta para diseñar, seleccionar y adaptar los contenidos del aula virtual a fin de complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura a través de TIC.

Se creó un formato para el diseño de experiencias en línea mediante un documento de Excel, en donde se clasificó y agrupó la información recopilada sobre los fundamentos teórico-prácticos del beneficio de minerales siguiendo los propósitos académicos y ejes temáticos de la asignatura. Sumado a esto, se seleccionaron programas como Power Point, Microsoft Power Point, Word y Excel, Corel Draw, PDF Adobe Creator, aplicaciones como Gif Maker y Canva y Freepick para el desarrollo de contenidos y material de apoyo.

Se diseñó un aula virtual propia de la asignatura Beneficio de minerales empleando la plataforma institucional Moodle y se clasificó en las siguientes secciones: General, 1. Mineralogía, 2. Caracterización de partículas, 3. Conminución, 4. Separación por tamaños, 5. Concentración, 6. Manejo de lodos y Laboratorio. En cada sección se agrupó la información y el material de apoyo desarrollado previamente. Así mismo, se utilizaron recursos que ofrece la plataforma como archivos, carpetas, enlaces URL, páginas y actividades como foro, chat, cuestionarios y avisos.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que el docente continúe promoviendo la participación de los estudiantes en el aula virtual y que la universidad siga brindando capacitación al personal docente sobre las actualizaciones en el manejo de contenidos de la plataforma Moodle y de herramientas TIC que mejor se puedan adaptar a los procesos pedagógicos de enseñanza y aprendizaje.

Se recomienda continuar en la búsqueda de más fuentes bibliográficas, recursos e información que puedan aportar a la formación académica de los estudiantes y mejorar su desempeño en la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO YEPES, Carlos Antonio; BALLESTEROS BARRERA, Luz Andrea. Implementación de una herramienta tecnológica para complementar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la asignatura Metalografía. 2018. Tesis de grado (Ingeniería Metalúrgica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

ALTABLERO, Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Nuevas Tecnologías al servicio de la educación. [en línea] 2004. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87399.html>>

BLANCO, Emilio A. Clasificación Indirecta. Universidad de Cantabria. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/10.\\_clasificacion\\_indirecta.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/10._clasificacion_indirecta.pdf)

Boletín minero No. 1299. Espesamiento de pulpas. Mayo 2016. Fundación Tecnológica. Chile [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: [http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/wp-content/uploads/2017/05/Art%C3%ADculo-FT-Boletin-Minero-1299\\_2016\\_05.pdf](http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/wp-content/uploads/2017/05/Art%C3%ADculo-FT-Boletin-Minero-1299_2016_05.pdf)

Capítulo 12: Procesamiento de minerales. Departamento de Ingeniería Metalúrgica – Universidad de Santiago de Chile. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgica/files/paginas/capitulo12.pdf>

CASTRO, Sergio. Fundamentos fisicoquímicos de la flotación. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. 1980. Pág. 280

Colombia País Minero – Plan Nacional para el Desarrollo Minero visión al año 2019 – UPME 2006. [en línea] Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: [https://www.minminas.gov.co/documents/10180/412670/PNDM\\_2019\\_Final.pdf](https://www.minminas.gov.co/documents/10180/412670/PNDM_2019_Final.pdf)  
CORREDOR, Martha Vitalia, PÉREZ, Martha Ilce y ARBELÁEZ, Ruby. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Bucaramanga. Ediciones UIS. 2009. 239 pág.

FUENZALIDA HIDALGO, Nicolás Javier. Estudio y evaluación del sistema de espesadores de relave de la división andina mediante herramientas de simulación. Santiago de Chile. 2017. Tesis de grado (Ingeniero Civil Químico). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Escuela de Ingeniería Química y Biotecnología

GAUDIN, Antoine Marc. Principles of mineral Dressing. New York. McGraw-Hill. 1939. Pág. 554.

HUIDOBRO, José Manuel. Tecnologías de información y comunicación. [en línea] Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <<http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H3108YC5-BYQQP>>

JIMÉNES AGUAYO, Oscar Claudio. Análisis y diseño de un sistema de monitoreo de costos operaciones en línea de procesos mineros. Santiago de Chile. 2007. Tesis de grado (Ingeniero Civil Electricista). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Escuela de Ingeniería Eléctrica.

MALDONADO ZALDUA, Luisa Fernanda; NIÑO JOYA, Myriam Lizeth. Implementación de TIC como complemento del proceso de enseñanza/aprendizaje en la asignatura corrosión correspondiente a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Bucaramanga. 2013. Tesis de grado (Ingeniería Metalúrgica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

MOHAMMED, Zaki; WAGNER, Meira. Data mining and análisis: Fundamental concepts and algorithms. New York. Cambridge University Press. 2014. Pág. 593.

MORRISEY, Jerome. El uso de TIC en la enseñanza y aprendizaje, Cuestiones y desafíos. [en línea]. Consultado 14 de Septiembre de 2018 Disponible en: <<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD30/contenido/pdf/morrissey.pdf>>

PARDAVE LIVIA, Walter. Simulador de un circuito de beneficio de minerales: Manual del usuario. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. 1994. Pág. 49.

PARDAVE LIVIA, Walter. Reciclado industrial de metales: una aproximación. Bogotá. ECOE Ediciones. 2006. Pág. 135.

PAVEZ, Osvaldo. Concentración de minerales I. Universidad de Acatama. Facultad de ingeniería. Departamento de Metalúrgica. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58507012/Concentracion-de-minerales>

PEREZ, Mario Alejandro; ROJAS PADILLA, Johny; GALVIS, Rodrigo. Sociedad y servicios ecosistémicos: Perspectivas desde la minería, los megaproyectos y la educación ambiental. Cali. Programa Editorial Universidad del valle. 2013. Pág. 568

Plan de Desarrollo Institucional 2008 – 2018. Universidad Industrial de Santander. [en línea] 2007. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <<http://www.uis.edu.co/planeacionUIS/>>

Presentación del Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS – CEDEDUIS. Universidad Industrial de Santander. [En línea]. Consultado 14 de septiembre de

2018. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/cededuis/presentacion.jsp>

Resultados de la etapa diseño y aprobación de la propuesta convocatoria TIC 2017-1 Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. [en línea] 2017. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/imagenes/resultadosConvTICReso1225-2017>>

TAGGART, Arthur F. Handbook of mineral dressing; ores and industrial minerals. New York. Jhon Wiley. 1954.

TAPIA QUESADA, Jaime. Preparación mecánica de minerales, Cap 4. Fundamentos de la conminución. Universidad de Arturo Prat. Chile. [en línea]. Consultado el 14 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/pedro2914/teoria-deconminucion>

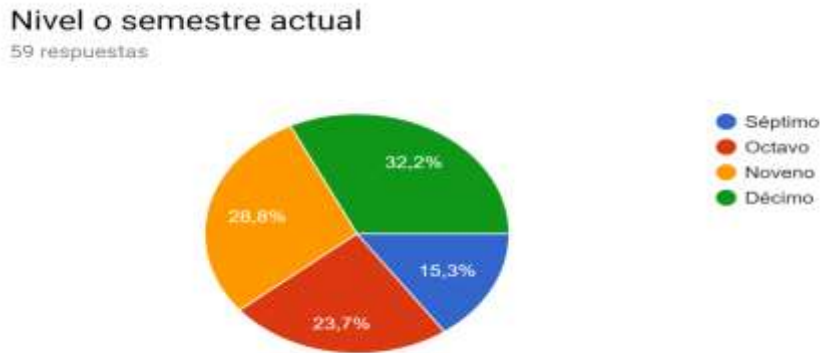
VASQUEZ QUINTERO, Custodio; PARDAVE LIVIA, Walter. Guía de prácticas procesamiento de materias primas y manejo de sólidos particulados. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. 1996. Pág. 97.

## ANEXOS

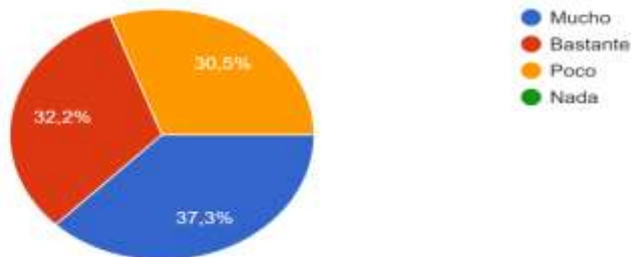
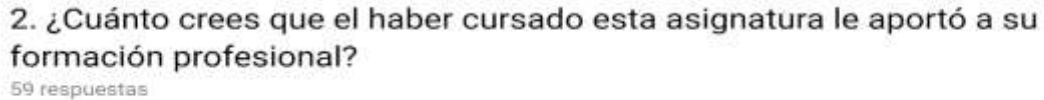
### Anexo A. Resultados de Las Encuestas de Percepción Realizadas a los Estudiantes de Ingeniería Metalúrgica Sobre la Asignatura Beneficio de Minerales

- **Modalidad convencional**

**Figura 7.** Nivel académico de los estudiantes que respondieron la encuesta de percepción sobre la asignatura Beneficio de minerales en la modalidad convencional.

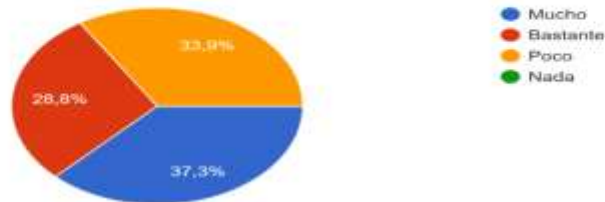


**Figura 8.** Opinión de los estudiantes sobre el aporte de la asignatura Beneficio de minerales a su formación profesional.



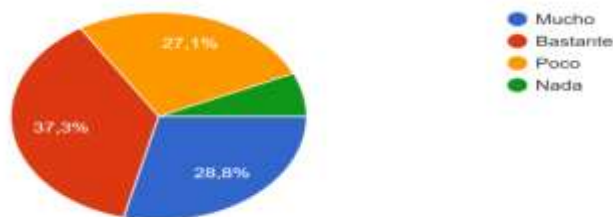
**Figura 9.** Opinión de los estudiantes sobre lo que recuerdan haber aprendido del componente teórico de la asignatura.

3. ¿Cuánto recuerdas haber aprendido del componente teórico de la asignatura?  
59 respuestas



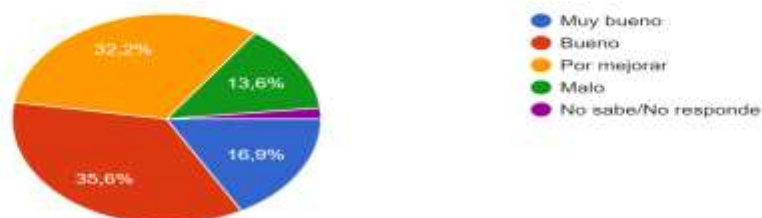
**Figura 10.** Opinión de los estudiantes sobre lo que recuerdan haber aprendido del componente práctico de la asignatura.

4. ¿Cuánto recuerdas haber aprendido del componente práctico de la asignatura?  
59 respuestas



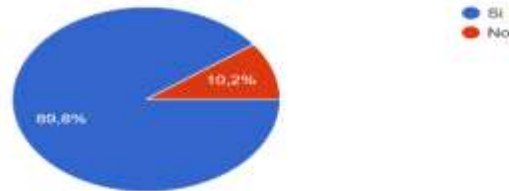
**Figura 11.** Opinión de los estudiantes sobre la metodología de evaluación del componente práctico de la asignatura.

5. ¿Cómo le pareció el método de evaluación de las prácticas de laboratorio empleado en la asignatura?  
59 respuestas



**Figura 12.** Opinión de los estudiantes sobre la necesidad de implementar un aula virtual en la asignatura.

7. ¿Consideras que es necesario implementar un aula virtual para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura Beneficio de minerales?  
59 respuestas



**Figura 13.** Percepción de los estudiantes sobre su rendimiento en el curso Beneficio de minerales si hubiera contado con el apoyo de un aula virtual.

8. Si hubieras tenido la oportunidad de contar con los recursos interactivos que ofrece el aula virtual, crees que t...gnatura Beneficio de minerales hubiera:  
59 respuestas



- **Modalidad con recursos TIC**

**Figura 14.** Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que acceden al aula virtual.

2. ¿Con qué frecuencia accedes al aula virtual en la asignatura Beneficio de Minerales?  
20 respuestas



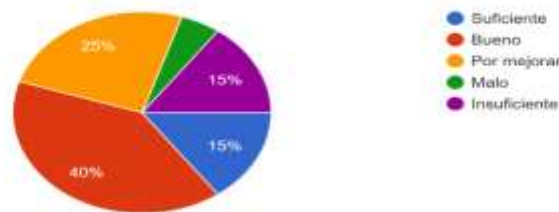
**Figura 15.** Opinión de los estudiantes sobre las razones principales por las cuales acceden al aula virtual.

3. Cuando accedes al aula virtual en la asignatura Beneficio de minerales lo haces principalmente porque  
20 respuestas



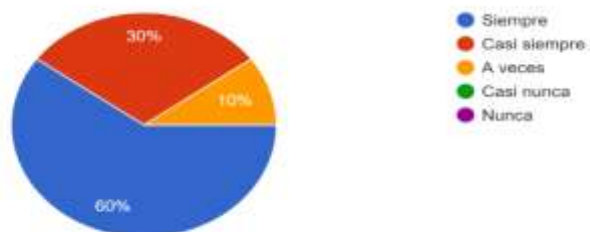
**Figura 16.** Opinión de los estudiantes sobre el aporte que hace el material disponible en el aula para estudiar y preparar las clases.

5. Consideras que el aporte que hace el material disponible en el aula virtual para estudiar y preparar las cla...a asignatura Beneficio de minerales es:  
20 respuestas



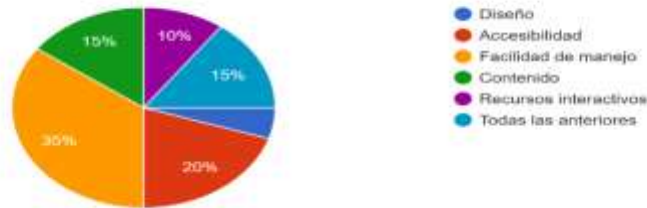
**Figura 17.** Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que el docente fomenta la participación y uso del aula virtual.

6. ¿Con qué frecuencia el docente fomenta la participación y uso del aula virtual en la asignatura Beneficio de minerales?  
20 respuestas



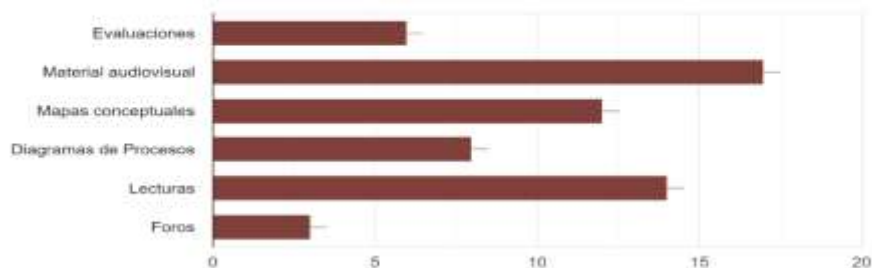
**Figura 18.** Opinión de los estudiantes sobre los aspectos del aula que más les han llamado la atención.

7. ¿Qué aspectos del aula virtual te han llamado la atención?  
20 respuestas



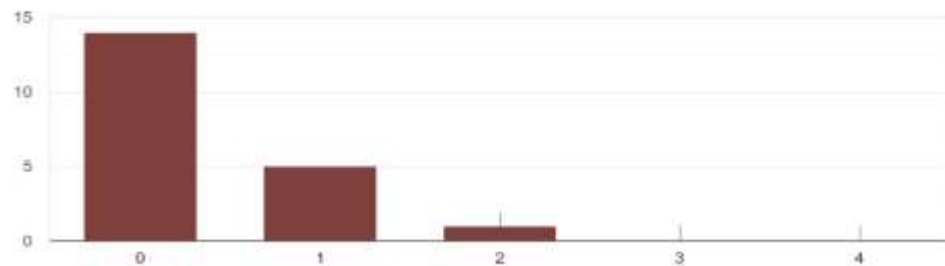
**Figura 19.** Opinión de los estudiantes sobre las actividades y recursos que enriquecen su conocimiento acerca de la asignatura.

8. ¿Qué tipo de actividades y/o recursos consideras que enriquecen tu conocimiento? (puedes seleccionar varias opciones)  
20 respuestas

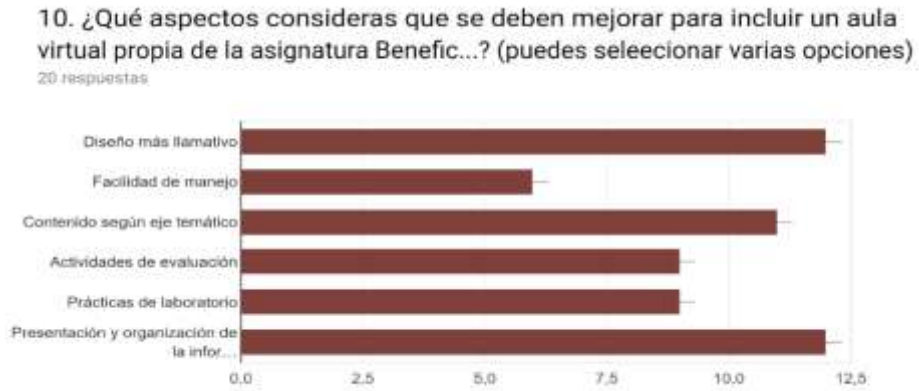


**Figura 20.** Opinión de los estudiantes sobre la frecuencia con la que usa el chat y los foros disponibles en el aula.

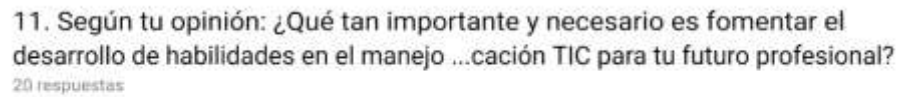
9. ¿Con qué frecuencia usas el chat y los foros?  
20 respuestas



**Figura 21.** Opinión de los estudiantes sobre los aspectos del aula que consideran deben mejorarse.



**Figura 22.** Opinión de los estudiantes sobre importancia y necesidad que es el desarrollo de habilidades por medio de las TIC's en su futuro profesional.



## Anexo B. Acceso a La Plataforma Virtual de la UIS

Ingresar a la página principal de la Universidad Industrial de Santander por medio del enlace <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

Seleccionar aula virtual de aprendizaje.

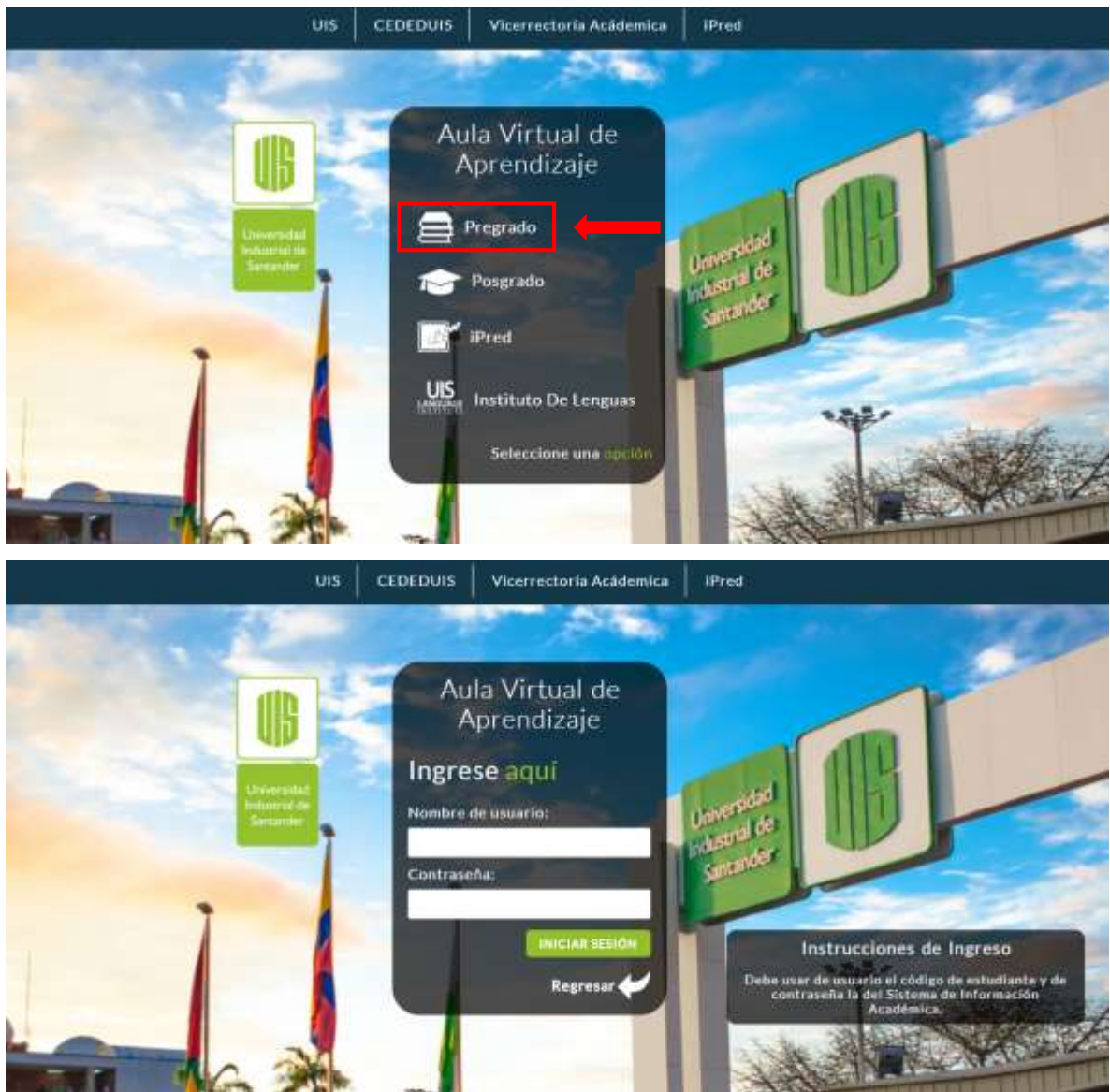
**Figura 23.** Página principal de la Universidad Industrial de Santander.



Acceder a la plataforma institucional Moodle, para lo cual es necesario ser miembro activo de la comunidad universitaria en calidad de docente y/o estudiante.

Seleccionar la opción pregrado e ingresar su usuario y contraseña que es la misma con la cual accede al Sistema de información académica.

Figura 24. Acceso a la plataforma Moodle.



Luego de ingresar a la plataforma, encontrará en el costado izquierdo superior un bloque de navegación, allí debe seleccionar la opción “mis cursos”, seguidamente se despliega el listado de los cursos que actualmente tiene matriculados.


Dar clic en el curso “Beneficio de minerales proyecto de grado”.

Figura 25. Acceso al curso Beneficio de minerales proyecto de grado.



En caso de no tener acceso al curso, debe comunicarse con el ingeniero encargado de la plataforma virtual o dirigirse a la oficina de CEDEDUIS.

## Anexo C. Formato para el Diseño de Experiencias en Línea.

	<b>Universidad Industrial de Santander</b>	<b>Formato para el diseño de experiencias en línea</b> <b>Facultad de Ingenierías Físico - Químicas</b> <b>Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales</b>
---	--	--

<b>Nombre de la asignatura</b>	Beneficio de minerales
<b>URL aula virtual</b>	<a href="https://tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=7045&amp;section=0">https://tic.uis.edu.co/ava/course/view.php?id=7045&amp;section=0</a>
<b>PROPOSITO DE LA ASIGNATURA</b>	
<p>Proporcionar al futuro Ingeniero Metalúrgico los fundamentos teóricos y prácticos de los procesos aplicados al beneficio de minerales, teniendo en cuenta sus características mineralógicas, físicas y mecánicas.</p>	

<b>Tema</b>	<b>GENERAL: PRESENTACIÓN DEL CURSO</b>	
<b>Competencia(s) desarrollar</b>	<b>a</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los propósitos de la asignatura y describir los temas de estudio.</li> <li>- Participar de las actividades disponibles en el aula.</li> <li>- Fomentar la comunicación entre los estudiantes y/o el docente y el uso de fuentes bibliográficas sugeridas.</li> </ul>
<b>Recursos</b>		
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación, etc)</b>	
¿Por qué es importante la minería en nuestras vidas?	Video disponible y tomado de Youtube	
Programa de la asignatura	Documento PDF en medio electrónico	
Bibliografía general del curso	Carpeta con libros y documentos con los temas de la asignatura	
Glosario	Documento PDF en medio electrónico	
Ley 23 de 1982 "sobre los derechos de autor"	Documento PDF en medio electrónico	
<b>Estrategias y actividades</b>		
<b>Estrategia</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Valoración</b>
Foro	En este espacio los estudiantes podrán compartir su opinión respecto a artículos, congresos, temas de clase o de interés relacionados con la asignatura.	El docente dará un valor cualitativo o cuantitativo a esta actividad.
Chat	En este espacio los estudiantes podrán ponerse en contacto con el docente y/o demás participantes del curso para hacer consultas en línea y resolver sus inquietudes.	El docente dará un valor cualitativo o cuantitativo a esta actividad.
Avisos	En este espacio el docente podrá dar a conocer las fechas importantes relacionadas a parciales, entrega de informes, talleres, quices y demás	Sin valor

	actividades importantes que sean asignadas a lo largo del curso.	
--	--	--

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 1: MINERALOGÍA BÁSICA</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las propiedades físicas de los minerales y su clasificación mineralógica.</li> <li>- Identificar las etapas del ciclo de vida de una mina y la línea de proceso para el beneficio del mineral.</li> <li>- Conocer los impactos que deja la minería en el medio ambiente.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación)</b>
Clasificación de minerales	Documento PDF medio electrónico
Bolsa de metales de Londres	Enlace que lleva a la página de la bolsa de valores de Londres
Precios de compra y venta de metales preciosos	Enlace que lleva al portal virtual del Banco de la Republica de Colombia
Geología virtual	Enlace que lleva a la página Geovirtual2
Museo virtual de mineralogía	Enlace que lleva a la página de la Universidad de Waterloo
Fichas de minerales	Enlace que lleva a la página de KUNUGI
Minerales y menas	Documento en "Power Point" en medio electrónico
Minería a cielo abierto	Enlace que lleva a la página de CODELCO
Los recursos minerales de Colombia	Enlace que lleva al blog sobre recursos minerales en Colombia
Análisis minero en Colombia	Enlace que lleva a la página del Ministerio de Minas y Energía en Colombia
Desarrollo del sector minero colombiano (2018-2022)	Enlace que lleva a la página de la Asociación Colombiana de Minería
Propiedades diagnósticas de los minerales	Video suministrado y tomado de Youtube
Clasificación de Strunz	Enlace que lleva a la página Mindat
Distribución de minas y depósitos minerales en el mundo	Video suministrado y tomado de la página del Servicio Geológico de Estados Unidos
Descubriendo el cobre	Video suministrado y tomado de Youtube
Nuevo nivel mina el teniente	Video suministrado y tomado de Youtube
Mega mina super pit Australia	Video suministrado y tomado de Youtube
Galería de minerales	Animación de minerales en formato Gif
Mapa mundial interactivo de minerales	Recurso interactivo suministrado por el Servicio Geológico de Estados Unidos con fines académicos.

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 2: CARACTERIZACIÓN DE PARTÍCULAS</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las principales técnicas de muestreo y los errores que pueden presentarse.</li> <li>- Realizar los cálculos para el análisis granulométrico.</li> <li>- Describir las características de las partículas de mineral.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación)</b>
Cálculos para el análisis granulométrico paso a paso	Video suministrado y tomado de Youtube

Curva granulométrica en papel semi logarítmico y Excel	Video suministrado y tomado de Youtube
Fundamentals of Particle Technology	Enlace que lleva a la página Particle Technology
Test sobre caracterización de partículas	Enlace que lleva a la página Particle Technology
Caracterización de partículas y suspensiones	Documento PDF medio electrónico
Determinación de material muy fino que pasa el tamiz N° 200	Documento PDF medio electrónico
Técnicas de muestreo	Documento PDF medio electrónico
Tamaño de abertura y número de malla	Documento PDF en medio electrónico

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 3: CONMINUCIÓN</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los mecanismos de fractura de las partículas minerales.</li> <li>- Conocer el proceso de reducción de gruesos y finos a través de los diferentes tipos de trituradoras y molinos respectivamente.</li> <li>- Relacionar las etapas de conminución con la disposición de los equipos y su diseño según el circuito de beneficio de minerales.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación)</b>
Chancado y manejo de mineral grueso	Video suministrado y tomado de Youtube
Trituradora de mandíbulas	Video suministrado y tomado de Youtube
Trituradora giratoria	Video suministrado y tomado de Youtube
Trituradora de rodillos	Video suministrado y tomado de Youtube
Molino de barras	Video suministrado y tomado de Youtube
Molino de bolas	Video suministrado y tomado de Youtube
Molino SAG	Video suministrado y tomado de Youtube
Videos: Balance en circuitos de molienda	Documento Word
Ejercicios para practicar	Documento Word
Manual de uso Software SIMULA v2.0 Archivo	Documento PDF en medio electrónico
Dimensionamiento de un molino – Ejemplo	Documento PDF en medio electrónico
Manual de entrenamiento en concentración de minerales – Sección II. Conminución	Documento PDF en medio electrónico
Optimización de tamaños de transferencia en chancado y molienda SEWELL mediante simulación de procesos	Documento PDF en medio electrónico
Chancado	Enlace que lleva a la página CODELCO EDUCA
Molienda	Enlace que lleva a la página CODELCO EDUCA
Manual de operaciones de chancado	Enlace que lleva a la página PERUVIAN METALS MINING COMPANY S.A.C.

Software de simulación METSMART para plantas de molienda y flotación	Enlace que lleva a la página Minerality
Software de simulación METSIM para plantas de procesamiento de minerales usado en la industria minera y metalúrgica	Enlace que lleva a la página Matermetal
Equipos de trituración y molienda	Enlace que lleva a la página CIROS Mining and Construction

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 4: SEPARACIÓN POR TAMAÑOS</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el funcionamiento y los tipos de harneros empleados para separar las partículas sólidas de mineral.</li> <li>- Establecer el mecanismo de funcionamiento de los hidrociclones para la clasificación sólido – líquido.</li> <li>- Dimensionar los equipos de clasificación según especificaciones.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación)</b>
Clasificación Indirecta	Documento PDF en medio electrónico
Caracterización de microhidrocilones	Documento PDF en medio electrónico
Elementos y técnicas de clasificación	Documento PDF en medio electrónico
Harnero curvo	Video suministrado y tomado de Youtube
Harnero vibratorio	Video suministrado y tomado de Youtube
Harnero rotatorio	Video suministrado y tomado de Youtube
Transporte y acopio	Video suministrado y tomado de Youtube
Ángulo de reposo y acopios	Video suministrado y tomado de Youtube
Diseño de un hidrociclón	Documento PDF en medio electrónico
Principios de funcionamiento de un hidrociclón	Documento PDF en medio electrónico
Hidrociclones	Documento PDF en medio electrónico

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 5: CONCENTRACIÓN</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los principios de funcionamiento de las celdas de flotación.</li> <li>- Describir los métodos de concentración gravimétrica, electrostática y magnética.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación, etc)</b>
Proceso de flotación de minerales	Video suministrado y tomado de Youtube
Proceso de concentración gravimétrica	Video suministrado y tomado de Youtube
Proceso de concentración electrostática	Video suministrado y tomado de Youtube
Proceso de concentración magnética	Video suministrado y tomado de Youtube
Concentración de minerales	Documento PDF en medio electrónico
Preparación y técnicas de concentración de minerales	Documento PDF en medio electrónico
Flotación de minerales	Documento PDF en medio electrónico
Conceptos básicos de flotación de minerales	Enlace que lleva a la página 911Metallurgist
Fundamentos de la flotación	Documento PDF en medio electrónico

Flotación	Enlace que lleva a la página CODELCO EDUCA
Software de simulación METSMART para plantas de molienda y flotación	Enlace que lleva a la página Minerality
Equipos para el procesamiento de minerales	Enlace que lleva a la página CIROS Mining and Construction
Cinética de procesos de flotación de minerales	Documento PDF en medio electrónico
Fundamentos De flotación – Casos prácticos	Documento PDF en medio electrónico
Estudio del efecto del tipo y concentración de espumante en la selectividad del proceso de flotación a escala de laboratorio	Documento PDF en medio electrónico
Concentración de minerales	Documento PDF en medio electrónico

<b>Tema</b>	<b>UNIDAD 6: MANEJO DE LODOS</b>
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	-Conocer el funcionamiento de los espesadores y filtros - Dar a conocer la importancia de optimizar el manejo de relaves para tratar el agua y recuperar elementos de valor
<b>Recursos</b>	
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación, etc)</b>
Espesadores	Video suministrado y tomado de Youtube
Planta de filtrado de relaves	Video suministrado y tomado de Youtube
Manejo de relaves	Video suministrado y tomado de Youtube
Planta de tratamiento de aguas	Video suministrado y tomado de Youtube
Recuperación de elementos de valor en relave minero	Video suministrado y tomado de Youtube
Depósitos de relaves espesados	Video suministrado y tomado de Youtube
Animación 3D sobre los depósitos de relaves	Video suministrado y tomado de Youtube
Experiencias de operación de depósitos de relaves espesados y filtrados	Documento Power Point en medio electrónico
Filtración de concentrados	Documento PDF en medio electrónico
Evaluación de pruebas de espesamiento de relaves en planta piloto	Documento PDF en medio electrónico
Diseño de depósito de relaves filtrados	Documento PDF en medio electrónico
Cálculos metalúrgicos y diseños de planta	Documento PDF en medio electrónico
Optimización de espesador para reducir los costos del proceso	Enlace que lleva a la página de Electro Industria
Manual de espesamiento y filtrado de concentrados	Enlace que lleva a la página de la Empresa Minero Los Quenuales SAS
De residuos a recursos: Los relaves se convierten en la minería del futuro	Enlace que lleva a la página de Guía Minera de Chile

<b>Tema</b>	<b>LABORATORIO</b>	
<b>Competencia(s) a desarrollar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complementar los temas vistos en clase mediante la práctica de laboratorio.</li> <li>- Cumplir las normas de laboratorio</li> <li>- Portar el equipo de protección personal</li> <li>- Desarrollar las actividades de evaluación oportunamente.</li> </ul>	
<b>Recursos</b>		
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Tipo de recurso (video, documento, página web, animación, etc)</b>	
Normas de seguridad para trabajar en el laboratorio	Animación en formato Gif	
Equipo de protección personal para trabajar en el laboratorio	Ilustración en formato PNG	
Guía práctica de laboratorio	Documento PDF en medio electrónico	
<b>Estrategias y actividades</b>		
<b>Estrategia</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Valoración</b>
Quiz	Serie de preguntas elaboradas de distintas formas archivadas dentro de la plataforma mediante el banco de preguntas.	El valor de la actividad se valorará según el número de respuestas acertadas. La máxima calificación serpa 5.0 y la mínima 0.0
Tarea	En este espacio los estudiantes podrán subir a la plataforma el informe de laboratorio dentro de los plazos estipulados.	El valor de la actividad se valorará según el número de respuestas acertadas. La máxima calificación serpa 5.0 y la mínima 0.0