

PROPUESTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE: ASIGNATURA PIRO-METALURGIA.

Héctor Henao – USM - hector.henao@usm.cl
Alejandra Chávez – USM - alejandra.chavez@usm.cl
Claudio Pizarro – CODELCOTECH - cpiza003@codelcotech.cl
Christian García – USM - christiangarciaordenes@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la propuesta de innovación educativa de un programa de asignatura de piro-metalurgia (procesos a altas temperaturas) perteneciente al plan de estudios de la carrera de “Ingeniería Civil Metalúrgica y de Materiales” de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM). La génesis de la propuesta se encuentra en las **evaluaciones de los estudiantes (2016) a la asignatura**, a través de una “**Encuesta de percepción**” que considera metodologías de enseñanza y aprendizaje y la **evaluación al docente**, a través de la “**Encuesta docente USM**”. Junto con buscar la coherencia desde la acción pedagógica en aula con el Modelo Educativo de la USM. Por tanto, la metodología de enseñanza/aprendizaje es de enfoque constructivista en el cual el estudiante por medio de actividades grupales-colaborativas emplea herramientas de termodinámica, cinética y fluo-hidrodinámica extrayendo conclusiones acerca del efecto de las variables de operación sobre los procesos. La propuesta de innovación se basa, además en el uso de herramientas de simulación como los softwares HSC, MetSim, FactSage y otras que permitan modelar procesos de producción de metales y su reciclaje. Se espera que con estos elementos el estudiante estará en capacidad de construir el saber de los procesos a altas temperaturas, convirtiéndose en un sujeto activo cuando explore, descubra, opere o invente en esta área del conocimiento.

PALABRAS CLAVES: Piro-metalurgia, percepción, enfoque constructivista, metodologías de enseñanza/aprendizaje, reflexión, debate.

INTRODUCCIÓN

En la declaración del perfil de egreso del Ingeniero Civil Metalúrgico de la USM, se cualifica como especialista en la transformación de minerales en materiales para la vida cotidiana. La escasez creciente de minerales, energía y agua plantea grandes problemas de innovación a la industria minera para proveer de materiales reciclables a bajos precios en condiciones laborales de calidad y sin dañar el medio ambiente. Dentro de este contexto, el presente trabajo describe una propuesta de innovación educativa en la enseñanza/aprendizaje a través de metodologías activas para la asignatura de piro-metalurgia. Esta asignatura, se encuentra en el IX semestre en el plan de estudios la carrera de Ingeniería Civil Metalurgia y Materiales de la USM. El objetivo es que el estudiante integre los constructos teóricos que sustentan los diferentes procesos piro-metalúrgicos (procesos a altas temperaturas) empleados en la producción de metales y el reciclaje de estos. Además, que identifique, clasifique y caracterice los equipos y la nomenclatura propia de estos procesos. El estudiante relaciona conceptos abordados en las asignaturas anteriores como termodinámica, fluo-hidrodinámica y cinética

de reacciones, lo que conlleva a que visualice los procesos piro-metalúrgicos como una derivación lógica de estos conceptos. El estudiante consolida los aspectos teóricos de los procesos piro-metalúrgicos, definiendo con ello condiciones de operaciones industriales a través del trabajo de laboratorios.

Las motivaciones para proponer la innovación educativa descrita en este trabajo son las siguientes: a) búsqueda de coherencia desde la acción pedagógica en aula con el Modelo Educativo de la USM (aprobado por el Consejo Académico, en su sesión Ordinaria N° 351 del 21 de diciembre de 2015 [<http://www.dea.usm.cl/wp-content/uploads/2016/05/ModeloEducativo-USM.pdf>], según Acuerdo N° 803; y promulgado por Decreto de Rectoría N°115/2016) que declara en su marco contextual que *“los constantes cambios y transformaciones de la sociedad actual desafían a las instituciones de Educación Superior a formar líderes integrales, profesionales y graduados competentes, a través de una propuesta educativa de excelencia que prepare a sus egresados para el ámbito Humano, Científico Técnico y Profesional. Lo que se logra desarrollando aprendizajes desde la experiencia de los estudiantes, que le permitan reflexionar y tener conciencia crítica frente a sus acciones y decisiones”*.

Nuestro modelo educativo en su apartado de “Proceso de Enseñanza-Aprendizaje” nos indica que el Modelo constructivista [1], que orienta el proceso de formación profesional en la USM, declara la prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento, entendiendo al aprendiz como el protagonista de éste. Es una construcción propia, que se produce a diario como resultado de la interacción tanto de factores o aspectos cognitivos y sociales del comportamiento. Este proceso de construcción conceptual depende de los conocimientos previos que se tenga sobre la nueva información, actividad o tarea a resolver, y de la actividad externa o interna -situación de aprendizaje- que el estudiante realice al respecto. En efecto, las ideas claves en torno a este modelo reconocen lo siguiente:

- “El estudiante es el protagonista y responsable de su proceso de aprendizaje. Es él quien construye o reconstruye los saberes, siendo un sujeto activo cuando explora, descubre, opera o inventa. Este aprendizaje se construye en el plano personal desde el momento que se acerca, progresiva y comprensivamente, a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes”.
- “La revalorización del rol docente, no solo en sus funciones de guía o facilitador del aprendizaje, sino como mediador del mismo, enfatizando el papel de la ayuda pedagógica que presta reguladamente al estudiante. Su función principal es conectar los procesos de construcción del conocimiento de cada estudiante con el saber colectivo culturalmente organizado. El rol docente no se restringe a la creación de las condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que debe orientar y guiar, explícitamente y deliberadamente dicha actividad”.

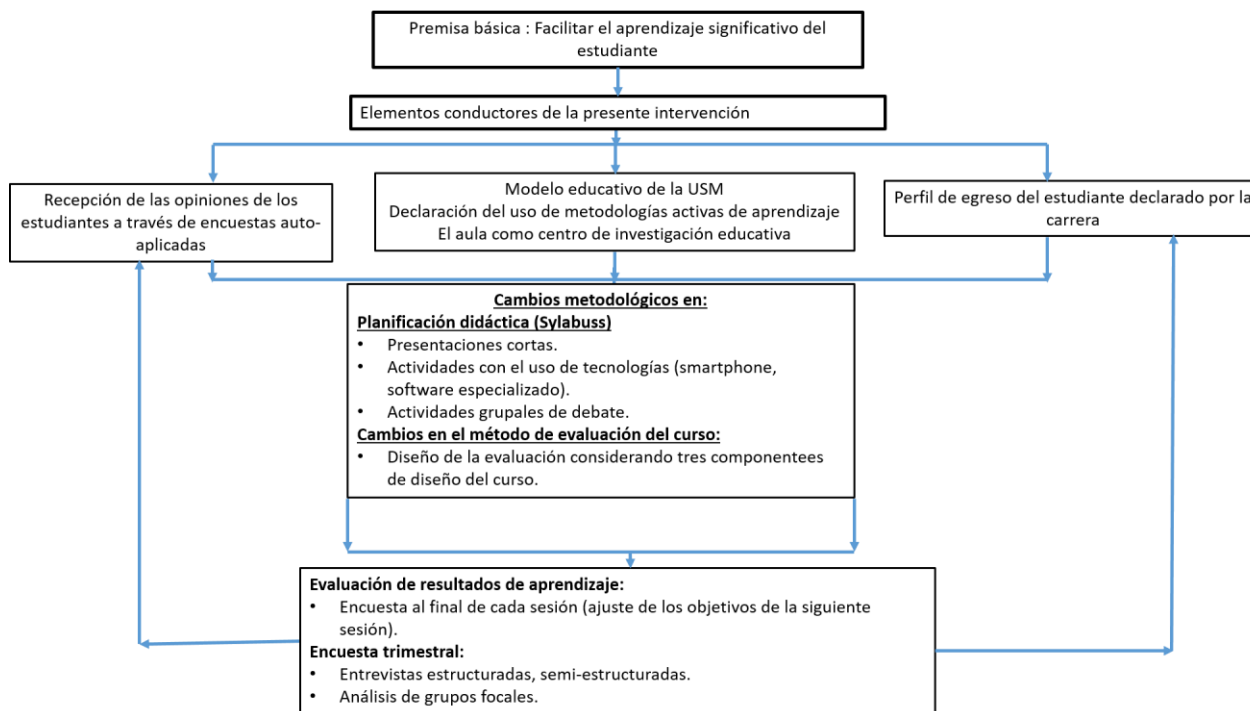
Con relación al Modelo Educativo y lo que plantea Ausubel[2], “la característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los conceptos pre existentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva”.

Teniendo en consideración lo planteado y a fin de favorecer el aprendizaje permanente -en el estudiante, se hace indispensable la reflexión crítica-[3, 4], que contribuya a la construcción del nuevo conocimiento a través de la actividad individual y grupal, la educación en ingeniería debe cambiar, los estudiantes requieren versatilidad y capacidad de aprender de forma autónoma y en equipo.

b) contribuir al desarrollo de las competencias de egreso del Ingeniero Civil Metalúrgico, a través de metodologías activas que promuevan el aprendizaje experiencial y profundo. c) considerar la

percepción que declaran los estudiantes, frente al desarrollo de la asignatura y proponer innovaciones metodológicas que se puedan implementar y así evaluar la efectividad del proceso de enseñanza/aprendizaje de la asignatura de Pirometalurgia. En el siguiente esquema se grafica lo anteriormente señalado.

Figura N° 1. Esquema general de la propuesta de innovación educativa.



DESARROLLO

CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS PROCESOS PIROMETALURGICOS

Antecedentes de contexto

El departamento académico donde se encuentra inserta la carrera de Ingeniería Civil Metalúrgica (ICM) es el Departamento de Metalúrgica y de Materiales. La asignatura de pirometalurgia, se encuentra en el IX semestre en el plan de estudios la carrera de Ingeniería Civil Metalurgia y Materiales de la USM. El tamaño del curso es de 30 estudiantes, teniendo como prerrequisitos “Mecánica de Fluidos”, “Termodinámica Metalúrgica I y II”, “Transferencia de Calor” y “Cinética y Diseño de Reactores Metalúrgicos”, entre otros. La carrera de ICM, actualmente la matrícula de estudiantes es de 347 de estudiantes.

El resultado de las encuestas de evaluaciones docentes del año 2016, indican **deficiencias del curso en cuanto a la transmisión de los contenidos, calidad de las presentaciones y el aprendizaje logrado**. Por tanto, la innovación educativa descrita en este trabajo pretende abordar estas falencias indicadas por los estudiantes e intervenir el curso con elementos que permitan un proceso constructivista de enseñanza/aprendizaje como se indicó en el numeral anterior. Para lo cual fue implementada en el curso, una encuesta autoaplicada donde se solicitó a 23 estudiantes sus opiniones en torno a su experiencia de aprendizaje. Es así como, a través de un método de análisis del contenido del discurso (Bardin, 1986), se buscó levantar categorías de análisis y resultados, en torno a ellas,

desde las respuestas de los estudiantes que participaron. Lo anterior circunscrito a un diseño Cualitativo (Jiménez-Domínguez 2000), Exploratorio (Touraine A, 1993), Descriptivo (G. Valdivia 2008). Para la elaboración de categorías se realizaron frecuencias de frases. Así se estimó el peso de cada una en la definición de la categoría. Estas frecuencias y tópicos se presentan a continuación:

Tabla N° 1. Frecuencias y tópicos de la encuesta de percepción de los estudiantes sobre la asignatura:

Aquello que el instructor realizó especialmente bien durante el curso y que es destacable	Frecuencia de frases
○ Relativo a la calidad de la actividad	6
○ Relativo a la explicación y cualidades pedagógicas del profesor	18
○ Relativo a potenciar practica investigativa y equipo de trabajo	2

Aquello que usted cree debería ser mejorado	Frecuencia de frases
○ Mejoras en torno a aumentar tiempos asignados o contenidos propuestos	3
○ Mejoras en torno a la planificación de actividades	2
○ Mejoras en torno a la propuesta metodológica	9
○ Mejoras en torno al material de apoyo	7
○ Mejoras relativas a las instrucciones y mejoras de la actividad	5

Sugerencias y comentarios generales	Frecuencia de frases
○ Sugerencias en torno a la planificación de curso	1
○ Sugerencias metodológicas	18
○ Comentario sobre cualidades pedagógicas positivas	1
○ Comentarios sobre cualidades metodológicas positivas	5

¿Recomendaría este curso a sus compañeros? Explique las razones:	Frecuencia de frases
○ Recomendación afirmativa por la importancia de la materia	4
○ Recomendación afirmativa por la importancia para la formación de ingeniería	6
○ Recomendación afirmativa por la metodología de enseñanza.	4
○ Recomendación afirmativa por promover el aprendizaje.	6
○ Recomendación afirmativa por las cualidades pedagógicas positivas del profesor.	2

El análisis de contenido nos permitió acceder a los siguientes resultados:

Aquello que el instructor realizó especialmente bien durante el curso y que es destacable implica un total de 26 unidades de análisis o frases que un total de 23 estudiantes expresaron por escrito en la encuesta de evaluación docente.

Tres son los tópicos que agruparon las unidades mencionadas. La frecuencia más alta da cuenta que el instructor realizó explicaciones adecuadas y que sus cualidades pedagógicas estuvieron presentes en la ejecución del ramo. Destaca el manejo de la materia y contenidos específicos del tema, junto a su capacidad de transmitirlos. Destacan la

disposición del profesor, su interés en que el estudiante aprenda y de contestar todas las dudas explicitadas. Incita motivación y demuestra dominio pleno de conceptos complejos.

Hay menciones a la calidad de la actividad, destacan el valor que se otorga a los procesos traducidos en diagramas y ejercicios, además del detalle con que estaban tratados los parámetros. Se refiere como buena la forma de evaluar y los trabajos realizados. Se explicita que la clase es preparada/planificada previamente.

Finalmente se indica que fue potenciado el trabajo en equipo y el trabajo investigativo.

Aquello que usted cree que debería ser mejorado implica un total de 26 unidades de análisis o frases que un total de 23 estudiantes expresaron por escrito en la encuesta de evaluación docente.

Cinco son los tópicos que agruparon las unidades mencionadas.

Se indican mejoras en torno a la propuesta metodológica, nueve frases son explicitadas para configurar este tópico. Se indica modificar la dinámica de la clase, aumentarla y cambiar de enfoque. Se debe aumentar el énfasis en los análisis matemáticos, con ello una mayor ejemplificación de los casos. Se pide clarificar el sistema de evaluación y se indica exponer la materia en español.

Respecto al material de apoyo también se indican mejoras en torno al diseño y su uso. Al diseño se dice atender diapositivas (ppt), algunas muestran material repetido con falta de orden. Se explicita que el material no se retroalimenta del todo. Se pide se diseñe pensando que pueda ser ocupada (ppt) como material de estudio posterior. Se indica la posibilidad de entregar paper como material de apoyo. Finalmente, un estudiante señaló el recurso de la pizarra como estrategia viable.

Se encontraron cinco frases indicando mejoras en las instrucciones y la actividad. Se indica favorecer el orden en las explicaciones dadas. Además, tres estudiantes señalan que deben aumentar las explicaciones de los tutoriales y gráficos. Se indica que el laboratorio debería considerar una metodología participativa.

Tres unidades de análisis o frases indican aumentar los tiempos asignados y los contenidos propuestos. Dos unidades de análisis se indican mejoras en torno a la planificación de actividades del curso. Se indica mantenerla actualizada y ejecutarla con mayor regularidad, evitando atrasos y postergaciones que incitan la acumulación excesiva de tareas al final del semestre.

Aquello que implícito como Sugerencias y comentarios generales implica un total de 25 unidades de análisis o frases que un total de 23 estudiantes expresaron por escrito en la encuesta de evaluación docente.

Cuatro son los tópicos que agruparon las unidades mencionadas.

Priman las sugerencias sobre la metodología de trabajo, se registraron 18 unidades. El contenido gravita en torno a la propuesta de dinamizar la metodología. Se sugieren profundizar contenidos, mayores explicaciones de materia, gráficos y diagramas. Retroalimentar sobre notas y errores en la ejecución de tutoriales. Se sugiere nivel conocimientos de termodinámica al comienzo. Programar visita a una fundición. Mejorar orden en la exposición de información. Mantener charla de profesional externo. Es sugerida realizar planificación del curso.

Hay aspectos de la metodología que han sido ponderados positivamente, tal es el caso de los tutoriales y charlas. Se explicita que la información ha sido entregada en orden y linealmente.

Se han complementado los contenidos y a través de los tutoriales se explicita aprendizaje. El último comentario señala que el profesor propició un ambiente de participación.

Frente a la pregunta ¿Recomendaría este curso a sus compañeros? Explique las razones: se presenta un total de 22 unidades de análisis o frases que un total de 23 estudiantes expresaron por

escrito en la encuesta de evaluación docente. Cuatro son los tópicos que agruparon las unidades mencionadas.

Destacan como razones para recomendar el curso su importancia en la formación de ingeniería, la promoción de aprendizajes pirometalúrgicos, por la importancia de materia y por la metodología participativa de enseñanza y las cualidades pedagógicas positivas del profesor.

Consecuentemente con la propuesta de innovación educativa, se conceptualizó la asignatura según el esquema indicado en la **Figura 2**.

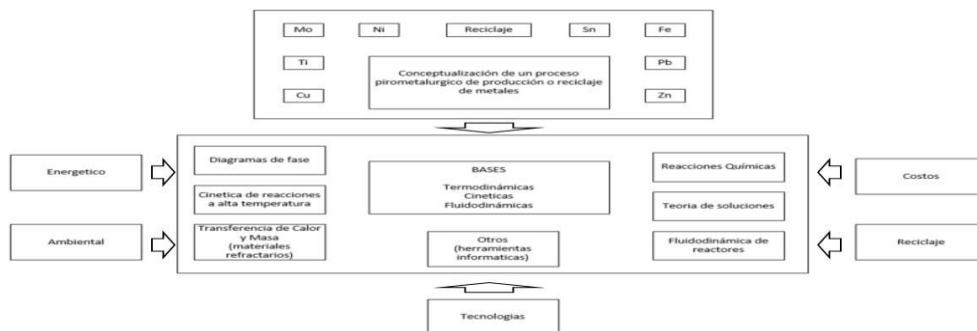


Figura 2: Esquema de las bases conceptuales de la asignatura de pirometalurgia.

En este esquema la piro-metalurgia está relacionada a la producción y reciclaje de metales, incluyendo el cobre, níquel, plomo, zinc y otros. Se considera suscribir los procesos no solamente a la producción de cobre, una tendencia generalizada en estos cursos dada la preponderancia de este metal en la economía chilena.

Los procesos piro-metalúrgicos están fundamentados en ciencias básicas de la ingeniería tales como termodinámica, cinética y fluo-hidrodinámica. Estas ciencias, incluyen elementos específicos de aplicación a los procesos a estudiar tales como **diagramas de fases, teoría de soluciones y otros más indicados en el recuadro respectivo**. Estos elementos permiten efectuar evaluaciones energéticas, ambientales y otras.

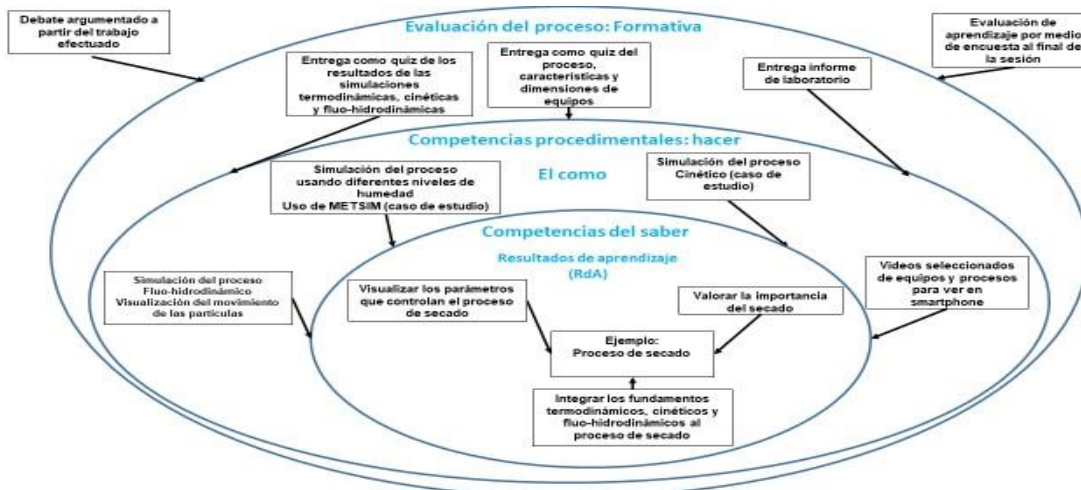


Figura 3: Diseño didáctico de un tópico específico.

En la Figura 3, se conceptualiza y diseña didácticamente un tópico específico, se muestran tres círculos concéntricos que indican el diseño didáctico de un tópico específico, el proceso de secado. El primer círculo indica las evidencias de desempeño a lograr en resultados de aprendizaje (RdA), el segundo indica las herramientas a utilizar para lograr los RdA, y el tercero el método de evaluación. Las herramientas de simulación son el soporte para el “Como” [5], para esto se emplearon softwares comerciales. La simulación está asociada a comparar los procesos con diferentes parámetros de entrada como estudio de casos. Los resultados de estas simulaciones permitirán en parte la discusión argumentada en resultados [6]. Externamente se indican los factores adicionales que permitan evaluar el éxito o deficiencias del proceso de enseñanza/aprendizaje.



Figura 4: Secuencia didáctica de una sesión del curso.

En el aula, la sesión es de hora y media, dos sesiones por semana. La secuencia didáctica de una sesión se indica en la Figura 4, donde se ve como las intervenciones de presentaciones magistrales no tienen una duración mayor a 10 minutos y el trabajo lo efectúan en su mayor parte los estudiantes a través de trabajos de simulación, debate basado en los resultados de simulación y uso de elementos tecnológicos como parte integral para describir los procesos.

La idea es pasar de un esquema de transmisión de información a uno con métodos de enseñanza/aprendizajes activos [7] como indica la Tabla 1. Se enfatiza en este diseño de curso ayudar al estudiante a aprender contrario al método tradicional de transmitir conocimientos.

Tabla 2: Método de enseñanza anterior y actual

Método anterior	Método actual
Esfuerzo en: Que enseñar y que libro usar.	Esfuerzo en: Como enseñar Enfocado a enseñar para ayudar a los estudiantes a aprender.
Presentaciones para entregar información (Transmisión de información).	Curso basado en técnicas de aprendizaje y enseñanza activos. Promover el pensamiento en términos de conceptos básicos (termodinámica, cinética y fluo-hidrodinámica). Énfasis en el uso de herramientas de simulación y casos de estudio
Enseñanza basada en presentaciones	Enseñanza basada en debate y trabajos grupales

Amplia cobertura de temas-baja comprensión	Menos cubrimiento de temas-alta comprensión
	Presentación breve de los tópicos

Concordante con lo expresado anteriormente y con el objetivo de promover la discusión argumentada, el ambiente de aprendizaje dentro del salón de clases, corresponde a una distribución circular o distribución por grupos más pequeños, facilitando la discusión participativa en salas especialmente utilizadas para el aprendizaje activo (ACE-Scale up).

Procesos de Evaluación

El proceso de evaluación considera el monitoreo de la ruta de aprendizaje del estudiante, potenciando el desarrollo de competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales, basándose en la Taxonomía de Bloom.

La innovación educativa, respecto a la evaluación considera la interacción entre los tres componentes básicos del diseño de una asignatura, argumentados por Cowan [8] e indicados en la Figura 3. Para esto se tuvo en cuenta el perfil de egreso declarado por el departamento el cual indica:

1. Aplicar las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería que sustentan la ingeniería metalúrgica para: interpretar la dinámica de sistemas mediante modelos matemáticos; obtener información de esos sistemas mediante el diseño, realización y evaluación de experimentos y diseñar componentes, sistemas, productos o procesos.
2. Comunicarse con otras personas en forma oral y escrita (pares, especialistas en otras disciplinas, trabajadores a cargo, otros miembros de la organización, clientes, vecinos afectados). Interpretar información escrita en idioma inglés y comunicarse en un nivel básico con personas angloparlantes.
3. Participar como integrante y posteriormente como conductor en equipos de trabajo, cuya misión sea concebir, diseñar, e implementar proyectos de desarrollo, procesos productivos, investigaciones o proyectos multidisciplinarios, de acuerdo a los requerimientos específicos de cada situación, en búsqueda de alcanzar los más altos estándares de calidad, y bajo consideraciones de respeto a las personas, la legislación vigente y el medio ambiente.

Hitos evaluativos

1. Evaluación Formativa

- Entregas regulares de trabajos de simulación efectuados en clase
- Entrega de diagramas de flujo de procesos, dimensionamiento y característica de equipos extraídos de los videos observados en el Smartphone.
- Trabajos de presentación de un proceso (el tema será seleccionado por el estudiante de acuerdo a sus preferencias y después de una entrevista con el instructor).
- Discusión argumentada de los procesos.
- Para el diseño de esta evaluación se buscó consistencia entre los tres componentes del diseño curricular según Biggs como se indica en la Figura 5:

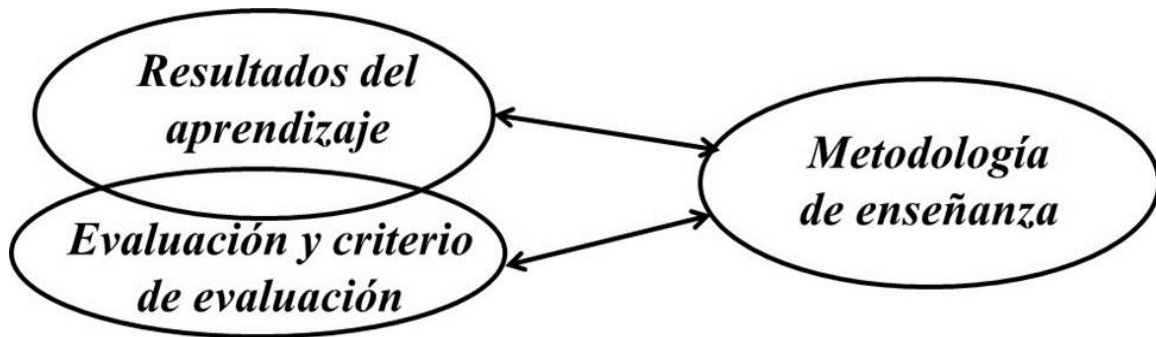


Figura 5: Interacción entre los tres componentes principales del diseño de un curso según Biggs[8]

El principio fundamental es lograr que los tres componentes están diseñados para responder a las siguientes tres preguntas:

- ¿Qué desea que su estudiante aprenda? (resultados de aprendizaje)
- ¿Qué métodos de enseñanza se utilizará para lograr dichos resultados de aprendizaje? (¿Competencias procedimentales, el cómo?)
- ¿Qué evaluaciones y que criterios de evaluación utilizará para mostrar que los estudiantes han logrado los resultados de aprendizaje (evaluación y criterio de evaluación)

Estos tres componentes fueron resumidos para un ejemplo en particular en los círculos concéntricos indicados en la Figura 2.

2. Evaluación Sumativa/Formativa

Dos Certámenes de Aplicación: Consiste en resolver problemas prácticos asociados a la industria de producción y reciclaje de metales. La Tabla 3 contiene un resumen de la evaluación efectuada.

Evaluación del curso	Peso
Académica	
1-Trabajos en clase Dimensiones y características de equipos Definición de parámetros operativos	20
2-Trabajos de simulación	20
2-Lectura, reporte y presentación de un documento (cinco minutos de presentación)	10
5-Certamen Intermedio (nota mínima 40)	15
6-Certamen final (nota mínima 50)	15
Total	80
Laboratorios	
Reportes de laboratorio	20
Puntajes mínimos para aprobar el curso (el estudiante deberá aprobar ambos componentes del curso, de otra forma será reprobado)	
Académica	44
Laboratorios	11
La asistencia es obligatoria par los laboratorios	
Asistencia a la clase académica mayor al 90 % incrementaría la nota incluso de 52 a 55 puntos (Nota: La nota no incrementaría en otros casos) .	

Tabla 3: Plan de evaluación formativa y sumativa de la asignatura.

Resultados de Aprendizaje que se esperan lograr en esta asignatura, asociados a los contenidos temáticos.

A continuación, se describe para cada proceso los resultados de aprendizaje esperados. Se espera además que el estudiante durante el semestre relacione cada uno de los procesos de una forma integral con los conceptos básicos de termodinámica, cinética y fluo-hidrodinámica.

- **Aplicar** los fundamentos teóricos **utilizándolos** en los procesos pirometalúrgicos.
- **Adquirir** conocimientos básicos de los procesos unitarios **empleándolos** en la pirometalurgia.
- **Correlacionar** cada proceso unitario **describiendo** el proceso general.
- **Transferir** un proceso específico a otro, **aplicando** procedimientos de la industria.
- **Análisis** de los consumos energéticos e impactos ambientales, **considerándolos** en la cadena de producción y reciclaje.

Cambios conceptuales, actitudinales después de la intervención:

A nivel actitudinal: trabajo en equipo, conocimiento por parte del estudiante de su proceso metacognitivo.

Cambios en las respuestas de los tutoriales: se comparan las preguntas iniciales y tutoriales

- Encuesta de satisfacción del estudiante de la asignatura y del profesor (manejo específico en el ramo).
- La encuesta de satisfacción arrojó los siguientes resultados:
- ¿cómo el curso impactó en su aprendizaje, habilidades?
- El valor de la Ingeniería y su relación con la termodinámica aplicada para futuros Ingenieros Civiles Metalúrgicos.

CONCLUSIONES

Fundados en un diseño cualitativo exploratorio descriptivo, aplicando técnica de análisis de contenido se logró levantar categorías de análisis que ayudaron a vectorear el diseño de la innovación educativa presentada en este trabajo.

Diseñar innovación desde la perspectiva de los estudiantes, sistematizando sus enunciados, resultó ser provechoso para tomar decisiones metodológicas de forma y fondo, en términos de cómo transmitir los contenidos de la pirometalurgia y como implicar a los estudiantes en su construcción.

A nivel de hallazgo es posible señalar que la medición de la aplicación de esta innovación va a requerir de un nuevo diseño de investigación que profundice la forma de recolectar datos a través de entrevistas estructuradas, entrevistas semi estructuradas, grupos focales y análisis de casos.

La implementación requiere de una planificación didáctica que implica un trabajo de diseño instruccional relevante. Durante el próximo semestre lectivo algunas de las intervenciones se comenzaron a implementar, ej. trabajo con los Smartphone, se inicia el trabajo con el software de modelación y el debate. Específicamente los trabajos realizados con los Smartphone y el debate, han tenido una mayor aceptación entre los estudiantes.

Por lo irregular del semestre, se presentaron dificultades para realizar la mayoría de las actividades planificadas de la signatura, debido al mismo motivo no se pudo realizar la evaluación planificada (2017). Estas nos habrían permitido un mayor nivel de profundidad para analizar la efectividad de la innovación educativa en el aprendizaje, respecto a los procesos piro- metalúrgicos al utilizar este tipo de metodologías.

Así también tenemos la resistencia de los estudiantes sobre las nuevas metodologías y como lo recibimos nosotros. ejemplo, declara un estudiante.... *“esta asignatura no es para trabajar con metodologías activas”*.

Resultados preliminares mostraron que esta iniciativa contribuye a contextualizar contenidos vistos en asignaturas tradicionales y favorecen la adquisición habilidades y competencias de resolución de problemas relacionados a la termodinámica en los procesos industriales y utilizar las herramientas de la termodinámica para contribuir a la optimización de los procesos industriales e integrar los procesos piro-metalúrgicos, declaradas en el perfil de egreso.

Ha resultado motivante el que los resultados positivos preliminares obtenidos como hallazgos en la experiencia de aprendizaje del estudiante, que favorecen la adopción de estas innovaciones metodológicas por su eficacia. Ello con vistas a potenciar la estrategia para aplicar dicha mirada en la dictación de cursos más numerosos, considerando el trabajo personal y grupal, el aprendizaje entre pares y el trabajo colaborativo en equipos.

Surgen inquietudes y nuevas preguntas vinculadas a la efectividad del enfoque, método, innovación educativa, particularmente en dos líneas: la masificación de la experiencia, los procesos de preparación y diseño instruccional y didáctico de cada sesión y la posibilidad de incorporar aún más actividades de aprendizaje activo – pudiendo evaluar científicamente los impactos obtenidos en una serie de dictaciones anuales de la asignatura, indagando la pertinencia y profundidad de los factores favorecedores del aprendizaje significativo en las y los estudiantes.

REFERENCIAS

Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1983): Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo (México: Trillas).

Back to Basics: A Philosophical Critique of Constructivism. GÜROL IRZIK. Philosophy Department, Bogaziçi University, 80815, Bebek, Istanbul, Turkey. Science & Education 9: 621– 639, 2000.

Bardin, L. (1986) Análisis de contenido. Madrid. Editorial Akal.

Education for higher level capabilities. Beyond alignment, to integration? John Cowan, Education and learning processes.

ENGINEERING EDUCATION – IS PROBLEM BASED OR PROJECT-BASED LEARNING THE ANSWER?. Julie E. Mills and David F. Treagust. School of Geoscience, Minerals & Civil Engineering. University of South Australia, Adelaide, South Australia, Australia. Australasian J. of Engng. Educ., online publication 2003-04.

Farewell, Lecture?. Eric Mazur. Department of Physics, Harvard University, Cambridge, USA. Science, 323, 50-51.

Heat Energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults, and Experts: Implications for Curricular Improvements. Eillen Lewis and Marcia Linn – Graduate School of Education, University of California, Berkeley, USA. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING VOL. 31, NO. 6, PP. 657-677 (2003)

Integrating Computational Chemistry into a Course in Classical Thermodynamics, Sheridan R. Martini and Cynthia J. Hartzell. Department of Chemistry and Biochemistry, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA. J. Chem. Educ. 2015, 92, 1201–1203

Iñiguez. L y Antaki. C (2003). Análisis del discurso, Manual para las Ciencias Sociales. Barcelona. Editorial UOC Salgado Lévano, Ana Cecilia (2007), Investigación Cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos.

THE ROLE OF CONCEPTUAL CONFLICT IN CONCEPTUAL CHANGE AND THE DESIGN OF SCIENCE INSTRUCTION. Peter Hewson and Mariana Beckett. Division of Applied Psychology, Department of Physics, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. Instructional Science Vol. 13, No. 1 (MAY 1984), pp. 1-13.

Touraine Alain. (1993) Crítica a la modernidad. Madrid. Editorial Temas de Hoy.

Valdivia C. Gonzalo (2008), El internista en la Práctica Clínica Habitual. Problemas y Soluciones.