UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN EDUCACIÓN SUPERIOR
TESIS

INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALÚRGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN MENCIÓN EDUCACIÓN SUPERIOR

AUTOR:
Br. MARIO CONDORHUAMAN CUSI

ASESOR:
Dr. RICARDO ENRIQUEZ ROMERO
ORCID: 0000-0003-4344-3058

CUSCO – PERÚ

2026

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** Dr. Ricardo Enriquez Romero quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: Influencia del Simulador MetSim en el Aprendizaje de la Asignatura Diseño de Plantas Metalurgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalurgica de la UNSAAC Cusco, 2026

Presentado por: B.C. Mario Condorhuaman Cusi DNI N° 23948434;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Maestro en Educación Mención Educación Superior

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por Dos veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 16 de Setiembre de 2026

Firma

Post firma Ricardo Enriquez Romero
Nro. de DNI 23944027
ORCID del Asesor 0000-0003-4344-3058

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:624996547

turnitin Página 1 de 180 - Portada Identificador de la entrega: trn:oid:::27259:624996547

MARIO CONDORHUAMAN CUSI

INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALÚRGICAS D...

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::27259:624996547

Fecha de entrega
15 sep 2026, 5:45 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
15 sep 2026, 7:54 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLAN....docx

Tamaño del archivo
15.2 MB

150 páginas

30.443 palabras

171.094 caracteres

turnitin Página 1 de 180 - Portada Identificador de la entrega: trn:oid:::27259:624996547

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

4% Fuentes de Internet
5% Publicaciones
8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si encontramos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

Dr. LEONCIO SOLIS QUISPE, Director de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada **INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALÚRGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026** del / de la **Br. MARIO CONDORHUAMAN CUSI.** Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día **UNO DE SETIEMBRE DE 2026.**

Es todo cuanto informamos a usted a fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de MAESTRO EN EDUCACIÓN MENCIÓN EDUCACIÓN SUPERIOR.

Cusco, 09 de Setiembre del 2026

Dr. HUMBERTO ALZAMORA FLORES
Primer Replicante

Mg. FERMIN URBANO SOLLASI FERRO
Segundo Replicante

Dr. ALEJANDRO CHILE LETONA
Primer Dictaminante

Mg. JAIME RIVAS FOLLANO
Segundo Dictaminante

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por guiar y fortalecer mi camino con sus dones divinos y darme mucha fuerza para concluir con mi proyecto trazado.

A mis padres, quienes, desde la eternidad, me apoyan espiritualmente para lograr mis objetivos.

A mi familia, por acompañarme en cada desafío y brindarme fortaleza para culminar esta meta tan importante.

A quienes contribuyeron a mi formación profesional y al desarrollo de mis capacidades académicas

MARIO

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco donde realicé mis estudios de Posgrado.

A la escuela de Posgrado y a mis docentes de la Maestría en Educación Superior, quienes me impartieron sus conocimientos académicos y su experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A mi asesor doctor Ricardo Enríquez Romero por brindarme su tiempo y apoyo permanente en el proceso de investigación, con su valioso aporte y recomendaciones para culminar el presente trabajo de investigación.

A los docentes de la Escuela Profesional de Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por brindarme su apoyo y hacer realidad mi ansiado sueño de contar con estudios de maestría y así fortalecer mi carrera docente.

ÍNDICE

INFORME DE ORIGINALIDAD ..... ***ii***

TURNITIN ..... ***iii***

DEDICATORIA ..... ***v***

AGRADECIMIENTO ..... ***vi***

ÍNDICE ..... ***vii***

ÍNDICE DE TABLAS ..... ***x***

ÍNDICE DE FIGURAS ..... ***xii***

RESUMEN ..... ***xiii***

ABSTRACT ..... ***xvi***

INTRODUCCION 15

CAPITULO I 18

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

1.1 Situación Problemática 18

1.2. Formulación del Problema 22

a. Problema general: 22

b. Problemas específicos: 23

1.3. Justificación de la investigación 23

1.4. Objetivos de la Investigación 26

a. Objetivo general: 26

b. Objetivos específicos: 26

CAPITULO II 28

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL 28

2.1. Bases Teóricas 28

2.1.1. Definición. MetSim 28

2.1.2. Definición de software libre 29
2.1.3. Definición de código abierto 30
2.1.4. MetSim para el aprendizaje de procesos metalúrgicos 31
2.1.5. Características principales de MetSim 32
2.1.6. Características de MetSim para la educación 33
2.1.7. Pantalla principal del software MetSim 34
2.1.8. Diseño de un circuito 39
2.1.9. Aprendizaje 43
2.1.10. Teorías del aprendizaje 44
2.1.11. El aprendizaje mediante la experiencia 46
2.1.12. Beneficios de MetSim en el aprendizaje 47
2.1.13. Dimensiones del simulador MetSim en el aprendizaje 49
2.1.14. Dispositivos electrónicos que influyen en el aprendizaje 51
2.1.15. Software de simulación como recurso didáctico en la enseñanza aprendizaje 53
2.1.16. Dimensiones del aprendizaje de dispositivos electrónicos 54

2.2. Marco Conceptual.....58

2.3. Antecedentes de la Investigación..... 63

CAPITULO III 75

HIPOTESIS Y VARIABLES.....75

3.1. Hipótesis de la investigación 75

a. Hipótesis general 75

b. Hipótesis especificas.....75

3.2. Identificación de variables e indicadores 76

3.3. Operacionalización de variables.....77

CAPITULO IV.....79

METODOLOGÍA 79

4.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica 79

4.2. Tipo y nivel de investigación.....79

4.3. Diseño de investigación 80

4.4. Población de estudio.....80

4.5. Tamaño de la muestra 80

4.6. Técnicas de recolección de la información. 81

4.7. Confiabilidad y validez del cuestionario 81

4.8 Validación por juicios de expertos 82

4.9. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas 83

CAPITULO V.....85

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....85

5.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados 85

5.1.1. Resultados del pre test 86

5.1.2. Resultados del post test. 93

5.1.3. Comparación de resultados totales del pre test y post test 101

5.2 Prueba de hipótesis 105

5.2.1. Prueba de hipótesis para igualdad de medias en el post test para los dos grupos 105

5.2.2. Prueba de hipótesis general 107

5.2.3. Prueba de hipótesis específicas 108

DISCUSIÓN..... 114

CONCLUSIONES 120

SUGERENCIAS 123

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 124

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de identificación de variables e indicadores 76

Tabla 2 Matriz de Operacionalización de variables 77

Tabla 3 Puntuación de la confiabilidad del instrumento..... 82

Tabla 4 Estadísticos de fiabilidad para aprendizaje de la asignatura de diseño de plantas metalúrgicas 82

Tabla 5 Validez del instrumento por juicio de expertos..... 83

Tabla 6 Rango de puntuaciones y baremación para diseño de plantas metalúrgicas. 85

Tabla 7 Resultados del pre test para ambos grupos. 86

Tabla 8 Estadísticos para el grupo control y experimental en el pre test. 87

Tabla 9 Resultados del pre test para percepción..... 88

Tabla 10 Resultados del pre test para comprensión teórica..... 89

Tabla 11 Resultados del pre test para habilidades prácticas. 90

Tabla 12 Resultados del pre test para motivación 92

Tabla 13 Resultados del post test para ambos grupos 94

Tabla 14 Estadísticos para el grupo control y experimental en el post test 94

Tabla 15 Resultados del post test para percepción 95

Tabla 16 Resultados del post test para comprensión teórica …….....97

Tabla 17 Resultados del post test para habilidades prácticas…….....98

Tabla 18 Resultados del post test para motivación……...……...100

Tabla 19 Grupo control: resultados totales del pre y post test……..102

Tabla 20 Grupo experimental: resultados totales del pre y post test……103

Tabla 21 Cuadro de incremento y diferencias de puntos para el grupo control y experimental en el pre y post test……104

Tabla 22 Planteamiento de las hipótesis estadísticas……..106

Tabla 23 Prueba de hipótesis general……..108

Tabla 24 Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 01……109

Tabla 25 Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 02 ……..111

Tabla 26 Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 03 ……..112

Tabla 27 Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 04 ……..113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pantalla principal del programa 36

Figura 2 Diagrama de flujo modelo 37

Figura 3 Iconos principales 37

Figura 4 Pantalla de inicio MetSim 39

Figura 5 Módulo operaciones unitarias-Conminución 40

Figura 6 Ubicación de iconos de la chancadora 40

Figura 7 Cuadro de dialogo, características del equipo 41

Figura 8 Cuadro de dialogo parámetros de operación 41

Figura 9 Corriente de flujo 42

Figura 10 Vista del circuito durante la simulación 42

Figura 11 Cuadro de dialogo para modificar parámetros de operación…….43

Figura 12 Proceso del aprendizaje adaptado de Kolb 46

Figura 13 Distribución porcentual pre test de la dimensión percepción 88

Figura 14 Distribución porcentual pre test de la dimensión comprensión teórica. 89

Figura 15 Distribución porcentual pre test de la dimensión habilidades prácticas. 91

Figura 16 Distribución porcentual pre test de la dimensión motivación. 92

Figura 17 Distribución porcentual post test de la dimensión percepción 96

Figura 18 Distribución porcentual post test de la dimensión comprensión teórica 97

Figura 19 Distribución porcentual post test de la dimensión Habilidades Prácticas……....99

Figura 20 Distribución porcentual post test de la dimensión Motivación……100

Figura 21 Incrementos totales de puntos para el grupo de control y grupo experimental …….104

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo Determinar la influencia del Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. La investigación fue de tipo aplicado, el nivel explicativo y diseño cuasiexperimental (pretest y póstest). Se trabajo con estudiantes del 9° y 10° semestre representado por una muestra de 58 estudiantes seleccionados de manera intencionada. La información se recopilo mediante un cuestionario y los resultados evidenciaron una mejora en el grupo experimental según los datos encontrados en la tabla veintiuno donde el pre test muestra en total 1076 puntos y en el post test sube a 1797 puntos con un incremento de 721 puntos que en porcentaje representa el 24,8% de éxito al trabajar con este simulador, así mismo en la tabla veintitrés mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre el pre y post test respectivamente, luego del desarrollo de los talleres los estudiantes del experimental muestran una percepción loable sobre el uso del simulador metalúrgico MetSim, esto por los resultados encontrados en la tabla veintiuno donde la primera evaluación muestra 281 puntos y en la segunda evaluación se halló 458 puntos con una diferencia de 177 puntos que en porcentaje muestra el 24,4% de logro al trabajar con este simulador, así mismo en el cuadro veintitrés mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre el la primera y segunda evaluación.

Palabras clave: Simulador MetSim, Aprendizaje, Plantas Metalúrgicas, Procesos.

ABSTRACT

This study aims to determine the influence of the MetSim simulator on learning outcomes in the Metallurgical Plant Design course at the UNSAAC Cusco School of Metallurgical Engineering (2026). The research was applied in nature, explanatory in level, and utilized a quasi-experimental design (pre-test and post-test). The study involved 9th and 10th-semester students, with a purposive sample of 58 participants. Data were collected via a questionnaire; results showed an improvement in the experimental group as evidenced in Table 21, where the total score rose from 1076 points in the pre-test to 1797 points in the post-test (an increase of 721 points, representing a 24.8% success rate). Furthermore, inferential statistics in Table 23 indicate a significant difference between the pre-test and post-test means. Following the workshops, students in the experimental group demonstrated a highly favorable perception of the MetSim metallurgical simulator; this is supported by Table 21, which shows scores of 281 points in the first assessment and 458 points in the second a difference of 177 points, representing a 24.4% achievement rate. Similarly, inferential statistics in Table 23 reveal a significant difference between the means of the first and second assessments.

Keywords: MetSim Simulator, Learning, Metallurgical Plants, Processes.

INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta aborda el tema de la implementación del simulador MetSim en la asignatura de Diseño de Plantas Metalúrgicas. La Universidad, en su rol de generadora de conocimiento, tiene la responsabilidad de adaptarse a los constantes avances tecnológicos. En ese sentido, busca actualizar sus programas académicos mediante la incorporación de tecnologías que potencien los procesos de creación de conocimiento científico. Esta adaptación tiene como objetivo lograr altos niveles de calidad y pertinencia dentro del contexto en el que se desenvuelve. El desarrollo tecnológico de la información ha transformado profundamente la forma en que se perciben y realizan distintas actividades. El uso de programas informáticos ha facilitado el acceso a datos técnicos y científicos, lo cual ha favorecido su integración efectiva tanto en el ámbito educativo como en la investigación.

Muchas de las herramientas pedagógicas tradicionales para la adquisición de conocimientos han sido sustituidas por simuladores, debido a su capacidad de representar procesos con realismo y facilitar su aplicación al entendimiento de la materia. Estos permiten una evaluación inmediata del desempeño, al identificar aciertos y errores, fomentando el desarrollo de competencias, la toma de decisiones y el incremento de la creatividad mediante el uso de tecnología.

Los simuladores, por tanto, se convierten en herramientas didácticas complementarias que permiten a los docentes generar escenarios complejos y controlados dentro de las diversas áreas científicas que imparten. Gracias a estas herramientas, los estudiantes pueden experimentar de manera práctica y segura, optimizando procesos y evitando riesgos o pérdidas económicas. Además, los simuladores contribuyen al aprendizaje, fomentan el pensamiento exploratorio y deductivo, y ayudan a descubrir y comprender fenómenos que se desean representar.

El proceso de aprendizaje se concibe en función de la disponibilidad de laboratorios adecuados y del compromiso de los docentes, quienes actúan como facilitadores en actividades interactivas con los estudiantes, para así lograr un aprendizaje significativo. En este contexto, el rol del docente se redefine como un guía que permite al estudiante desarrollar sus habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas, así como en la búsqueda de dudas y la socialización de ideas. Esta metodología, basada en la pedagogía de la asociación, resulta enriquecedora y complementa la enseñanza tradicional, al brindar la oportunidad de adquirir conocimientos y destrezas de manera segura y práctica.

Las nuevas tecnologías han abierto la posibilidad de trabajar con entornos virtuales que permiten la experimentación, el aprendizaje por ensayo y error, la formulación de predicciones, la solución de problemas, y la expresión de conceptos que a menudo parten de ideas previas o concepciones erróneas. El simulador MetSim, a pesar de operar sobre modelos ya establecidos y no siempre completamente visibles para el usuario, permite trabajar en contextos similares a los del entorno académico y profesional. Su tecnología está estrechamente vinculada a temas específicos de la metalurgia extractiva. Además, presenta una ventaja significativa al ofrecer la posibilidad de incorporar simulaciones mediante programas de realidad virtual, que podrían reemplazar ciertas prácticas experimentales presenciales, reduciendo así los costos que implican las pruebas metalúrgicas y minimizando la exposición a riesgos, con el fin de proteger la integridad física de los operadores o estudiantes.

Considerando esta realidad, se formula el problema central de la investigación: ¿Cómo influye el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?

El trabajo se apoya en el enfoque seleccionado, así como en los instrumentos y técnicas de recolección de datos empleados, los cuales permitirán que esta investigación se convierta en un aporte relevante al avance de la ciencia pedagógica.

Por último, el objetivo general de este estudio consiste en: Determinar la influencia del Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

Con ello, se busca incluir de manera formal los softwares de simulación en los contenidos curriculares de las asignaturas vinculadas a los distintos procesos metalúrgicos.

El trabajo se estructura en cinco capítulos. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, incluyendo la situación problemática, la formulación del problema, la justificación desde múltiples perspectivas y los objetivos de investigación. El Capítulo II desarrolla el marco teórico conceptual, abordando las bases teóricas sobre las variables en estudio, los antecedentes empíricos a nivel internacional, latinoamericano y nacional. El Capítulo III se basa en el estudio de las hipótesis y la operacionalización de variables. El Capitulo IV describe la metodología empleada, detallando el ámbito de estudio, el tipo y nivel de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y los procedimientos de análisis estadístico. Finalmente, el Capítulo V presenta los resultados obtenidos, la contrastación de hipótesis y la discusión de hallazgos en relación con los antecedentes y el marco teórico.

Los resultados de esta investigación revelan que los simuladores influyen en el aprendizaje y resalta la efectividad de la simulación en los procesos metalúrgicos como estrategia clave para desarrollar habilidades prácticas, así mismo despierta el interés de los estudiantes para desarrollar actividades en entornos virtuales de manera segura.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Es importante comentar el cambio abismal que está generando la presencia de simuladores en todas las disciplinas de la enseñanza. Contreras, et al. (2010), menciona que el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la creciente globalización digital están transformando profundamente el sector educativo. Esto exige una adaptación en la forma en que los docentes imparten sus clases, especialmente dentro del aula. Es crucial evaluar cómo las nuevas tecnologías pueden funcionar como herramientas didácticas y facilitar la transmisión de conocimientos aplicado en la Facultad de Ingeniería en una universidad privada de Colombia.

Es en esta parte donde el uso del simulador MetSim (Simulador Metalúrgico) surge como una oportunidad. Aunque el software podría estar disponible o su uso podría ser limitado, la pregunta central radica en cómo su incorporación o una implementación más estratégica está realmente impactando la enseñanza y el aprendizaje en este curso específico. No se trata solo de tener la herramienta, sino de cómo se utiliza pedagógicamente para superar las limitaciones actuales y potenciar las habilidades de los futuros ingenieros.

El Ingeniero Metalurgista, mediante la asignatura de Diseño de Plantas Metalúrgicas ocupa un lugar clave en el proceso productivo, ya que permite relacionar conocimientos teóricos y aplicarlos al diseño de procesos reales, pero se ha observado que la enseñanza tradicional de la asignatura está basada principalmente en exposiciones teóricas, diagramas estáticos y cálculos manuales, limitando de esta manera la visualización de procesos dinámicos y la toma de decisiones en escenarios reales.

En América Latina, la inclusión de nuevas tecnologías en la educación no es tan avanzada como en otros continentes Monserrat (2024).

En su resumen manifiesta que, en Ecuador las instituciones de educación superior (IES) enfrentan cambios significativos y requieren innovaciones en la docencia para mantener la calidad académica. Según la Constitución ecuatoriana y la LOES, se promueve el uso de TIC y simuladores en la educación. Sin embargo, la inversión en tecnología y la distribución de recursos necesitan mejorarse. En 2024, el presupuesto para educación sufrió un recorte, afectando la adquisición de tecnología como simuladores. Aunque Ecuador invierte significativamente en educación superior, es necesario ajustar la distribución de recursos y mejorar la implementación de políticas para asegurar que las instituciones educativas cumplan con los estándares de calidad y pertinencia. (Flores Toala et al., 2024, p. 3049).

Esto indica que, pese a la distribución de los recursos económicos para desarrollar el nivel educativo, no se está manifestando dicho cambio.

Por otra parte, las Instituciones de Educación Superior Ecuatorianas (IES), enfrentan cambios significativos que están inmersos en la historia social, en donde no se exime de responsabilidad a las Universidades a que oferten educación con calidad académica. Según Gonzales (2018)

Por lo que requieren innovaciones en la docencia universitaria para que su oferta educativa sea pertinente y relevante. Actualmente existen restricciones éticas legales para realizar prácticas de laboratorio con animales y la disminución de ingresos de estudiantes a hospitales, que evade el contacto con los pacientes, evitando así posibles iatrogenias. Estas restricciones están asociadas al excesivo número de estudiantes por paralelo, que requieren aplicar sus conocimientos clínicos y procedimientos médicos. El aprendizaje basado en simulación posibilita a que los estudiantes puedan intervenir en prácticas experimentales gracias al software que emite órdenes al simulador para que simule una enfermedad. (p. 37).

El párrafo menciona que las prácticas experimentales reales pueden ser sustituidas por la simulación de tal manera que se evita exponer al estudiante a enfermedades de diferente naturaleza.

En varios países de América Latina, la tecnología en educación aún no tiene el avance o inclusión de nuevas tecnologías como se pueden encontrar en el ámbito europeo, asiático y norteamericano. En este orden de ideas, el realizar la transferencia de contenidos de cursos mediante el uso de simuladores, en una carrera profesional de una institución de educación superior privada, ubicada en Bogotá, resultaba interesante valorar cómo un entorno tecnológico interactivo, transferido, podía transformar un proceso de enseñanza-aprendizaje, y potenciar así la relación tecnología-educación (Aldape, 2004).

Los cambios tecnológicos suscitados en las últimas décadas según Carrión-Paredes, et al. (2020), han fomentado en los docentes el uso de estrategias innovadoras, distantes de las que en el proceso de enseñanza tradicional solían utilizarse, convirtiéndose esto, en un desafío algo inesperado para el alcance de los objetivos, basado en una relación directa entre la tecnología y los postulados teóricos en materia de aprendizaje. En este contexto, es importante mencionar la utilidad que han mostrado los simuladores y las aplicaciones personalizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, aunado a su ventaja en habilidades en el uso de dispositivos electrónicos, tabletas y computadoras.

Asimismo, los autores antes mencionados agregan, los simuladores resultan ser herramientas didácticas potenciales para el proceso de enseñanza en diversas disciplinas, dado a su funcionalidad de permitir simular fenómenos de la naturaleza que resultan difíciles de observar a simple vista en el contexto real. Por tal motivo, es relevante mencionar que la principal ventaja que ofrece el uso de simuladores dentro del ámbito educativo, es la práctica interactiva que pueden realizar los estudiantes y profesores entre lo experimental y real.

A nivel Nacional, En el caso de las universidades públicas y privadas, han tenido que abandonar el modelo educativo presencial y migrar a una educación virtual. Flores (2022) En ese sentido, las universidades se ven obligadas a invertir en la implementación de recursos de tecnología educativa que puedan suplir las necesidades presenciales, sobre todo, en el caso de asignaturas que requieren el empleo de laboratorios, manipulación de materiales y equipos de campo, entre otros (Linares-Flores-Castro et al., 2022, p. 862).

Los simuladores constituyen un procedimiento tanto para la formación de conceptos y construcción de conocimientos, en general, como para la aplicación de éstos a nuevos contextos, a los que, por diversas razones, el estudiante no puede acceder desde el contexto metodológico donde se desarrolla su aprendizaje. De hecho, buena parte de la ciencia de frontera se basa cada vez más en el paradigma de la simulación, más que en el experimento en sí. Mediante los simuladores se puede, por ejemplo, desarrollar experimentos de Ingeniería en el laboratorio de informática con mayor seguridad.

A nivel local en la Tesis "Simuladores virtuales y rendimiento escolar en los estudiantes de 3° "A" de la institución educativa Daniel Alcides Carrión, Chamaca, Chumbivilcas-Cusco-2022" Albarrasin (2024)

Propone que con el fin de solucionar la problemática se propuso utilizar los distintos simuladores virtuales como son: PhET, laboratorio virtual de Salvador Hurtado, Chem Collective, OLabs, los laboratorios virtuales de la universidad autónoma de México, etc. Esto acompañado de una guía de prácticas de laboratorio virtual que figura en la parte final de la investigación, con el fin de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y de esta forma la enseñanza de la clase teórica sea integrada con la práctica virtual de los simuladores, que cuentan con representaciones ejecutadas a través de software que muestra en la pantalla objetos que copian las características físicas de objetos reales; los cuales atraen y capturan la

curiosidad e interés de los alumnos, ya que estos se presentan como videojuegos, donde el estudiante experimentara de manera divertida y creativa.

Esto indica la necesidad de implementar con simuladores virtuales para elevar el rendimiento de aprendizaje del estudiante, tomando como referencia otros países que ya empezaron a considerar dentro de su currículo el uso de estas tecnologías.

La situación problemática del uso del simulador MetSim en la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, refleja un escenario complejo en el que se entrelazan factores tecnológicos, pedagógicos, sociales y organizacionales. Si bien estas herramientas digitales ofrecen un gran potencial para mejorar la calidad educativa y expandir el acceso a la enseñanza, su implementación efectiva depende de abordar los problemas de acceso que refleja la desigualdad en el acceso a esta tecnología, la formación docente y su adaptación pedagógica es un desafío que refleja la falta de preparación en el uso de estas plataformas, la escasez de infraestructura y el soporte técnico puede generar frustración e interrupción en el proceso de enseñanza aprendizaje y dificultades para acceder a estas herramientas virtuales. Para ello las instituciones educativas deben crear estrategias que permitan superar estos obstáculos y aprovechar las oportunidades que ofrecen las tecnologías emergentes de manera equitativa y eficaz.

1.2 Formulación del problema

a. Problema general

¿Cómo influye el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?

b. Problemas específicos

- ¿Cómo influye el simulador MetSim en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?
- ¿Cómo influye el Simulador MetSim en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?
- ¿Cómo influye el uso del Simulador MetSim en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?
- ¿Cómo influye el uso del Simulador MetSim en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Social

Porque busca contribuir al fortalecimiento de la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica mediante la incorporación de herramientas tecnológicas de simulación como complemento de las actividades académicas tradicionales, resulta necesario que los futuros profesionales desarrollen capacidades para interactuar con tecnologías que permitan representar, analizar y evaluar diferentes condiciones de operación de los procesos metalúrgicos.

Desde la perspectiva del estudiante, la investigación busca generar oportunidades de aprendizaje que permitan vincular los conocimientos teóricos con situaciones prácticas mediante la utilización del simulador MetSim. Las actividades involucradas comprenderán la familiarización con el entorno del simulador, interpretación de diagramas de flujo,

identificación de equipos y operaciones unitarias, ingreso y modificación de variables de proceso, ejecución de simulaciones, observación de resultados y análisis de las condiciones obtenidas.

Desde la perspectiva docente, la investigación permitirá disponer de una experiencia sistematizada sobre la utilización de MetSim como recurso didáctico. Las actividades comprenderán la planificación de sesiones de aprendizaje, elaboración y aplicación de guías de práctica, orientación de los estudiantes en el desarrollo de las simulaciones, seguimiento de las actividades y evaluación de los aprendizajes alcanzados.

Desde la perspectiva institucional, los resultados podrán proporcionar información útil para valorar la incorporación progresiva de herramientas de simulación en las asignaturas relacionadas con procesamiento de minerales y diseño de plantas metalúrgicas. Asimismo, podrán servir como antecedente para el desarrollo de futuras actividades académicas que integren recursos tecnológicos y prácticas experimentales.

Desde la perspectiva profesional y social, la investigación puede contribuir a la formación de ingenieros metalúrgicos con mayor familiaridad con herramientas digitales aplicadas al análisis de procesos. Esto puede favorecer una preparación profesional acorde con las exigencias tecnológicas del sector minero-metalúrgico y con la necesidad de profesionales capaces de interpretar información, analizar alternativas y participar en la solución de problemas relacionados con los procesos industriales.

1.3.2. Justificación Teórica

Porque busca contribuir al conocimiento sobre la utilización de simuladores de procesos como herramientas de apoyo al aprendizaje en la formación universitaria de Ingeniería Metalúrgica. El estudio permitirá relacionar los fundamentos del aprendizaje con la utilización de una herramienta de simulación especializada en procesos metalúrgicos.

Para sustentar la variable aprendizaje se considerarán aportes de diferentes enfoques y teorías educativas relacionados con la adquisición y comprensión del conocimiento, el aprendizaje experiencial, las actitudes y percepciones frente al aprendizaje y la motivación. En este marco, las dimensiones consideradas para la investigación: percepción, comprensión teórica, habilidades prácticas y motivación, serán operacionalizadas y adaptadas al contexto específico del aprendizaje mediante simulación.

El aporte teórico estará orientado a generar evidencia sobre la relación entre la aplicación de un simulador de procesos metalúrgicos y el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo contrastar los resultados obtenidos con los planteamientos teóricos y antecedentes revisados.

1.3.3. Justificación Práctica

Se plantea la utilización de MetSim como herramienta de apoyo para el desarrollo de actividades prácticas relacionadas con la simulación de procesos metalúrgicos. Su aplicación permitirá generar experiencias en las que los estudiantes puedan representar procesos, modificar variables y analizar los efectos producidos en el comportamiento de los sistemas simulados.

Entre las actividades prácticas involucradas se considerarán: instalación y configuración del software según las condiciones disponibles; reconocimiento de la interfaz y herramientas principales; construcción de diagramas de flujo de procesos metalúrgicos; identificación y configuración de equipos y operaciones unitarias; ingreso de corrientes y variables de alimentación; establecimiento de condiciones de operación; ejecución de simulaciones; modificación controlada de variables; obtención y registro de resultados; elaboración de balances de masa; comparación de diferentes escenarios de operación; interpretación de resultados y discusión de los efectos de las variables modificadas.

Desde el punto de vista docente, la investigación permitirá disponer de guías y actividades estructuradas para orientar el uso académico de MetSim. Desde el punto de vista del estudiante, podrá proporcionar un entorno para practicar el análisis de procesos y fortalecer la aplicación de conocimientos. Por tanto, el aporte práctico estará constituido por la experiencia sistematizada de aplicación del simulador y por la evidencia obtenida respecto de su contribución al aprendizaje.

1.3.4. Justificación Metodológica

Porque permitirá establecer un procedimiento sistemático para evaluar el efecto de la aplicación del simulador MetSim sobre el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Metalúrgica, mediante un proceso que comprenda la definición de las variables de estudio, su operacionalización, establecimiento de dimensiones e indicadores, selección o elaboración de instrumentos de recolección de información y aplicación de procedimientos de evaluación.

El aporte metodológico estará constituido por el procedimiento organizado para implementar y evaluar una experiencia de aprendizaje mediante simulación en el contexto de la Ingeniería Metalúrgica. Dicho procedimiento podrá servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con el uso de simuladores y tecnologías digitales en la educación superior, siempre considerando las características particulares de cada contexto educativo.

1.4 Objetivos de la Investigación

a. Objetivo general

Determinar la influencia del Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

b. Objetivos específicos

- Determinar cómo influye el simulador MetSim en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- Determinar cómo influye el simulador MetSim en la comprensión teórica de la asignatura de Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- Determinar cómo influye el Simulador MetSim en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- Determinar cómo influye el Simulador MetSim en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Definición. MetSim

MetSim es un software de simulación útil para modelar complejas plantas de producción de metales vía extracción desde su mineral. Ejemplo de ello podemos simular plantas de beneficio de minerales, procesos metalúrgicos donde ocurren reacciones químicas y debido a la normatividad mundial de cuidado del medio ambiente, nos da la opción de simular procesos de recuperación y limpieza del entorno. Este software fue desarrollado por el Mr. John Bartlett y su licencia puede conseguirse por medio de la empresa PROWARE, MetSim trabaja con una llave USB tipo centinela la cual debe conectarse al PC para que MetSim pueda trabajar en su versión Full, si la llave no es conectada el usuario solo podrá trabajar con la versión demo la cual tiene capacidades limitadas.

Una de las novedades de este software y su diferencia con otros es el lenguaje en el cual fue desarrollado, el cual es conocido como APL (A Programming Language) lenguaje de alto nivel muy potente, el cual nos permite desarrollar bastas operaciones matemáticas con pequeñas líneas de código si lo comparamos con otros lenguajes como por ejemplo el lenguaje C o Visual Basic.

Como ya se mencionó este software es vendido por la empresa PROWARE en distintos módulos, dependiendo de las necesidades del usuario, los módulos básicos son el módulo de balances de masa y el módulo de balance de energía. El siguiente resumen nos muestra los módulos disponibles según nuestras necesidades:

- **Módulo Dynamic simulation**, realiza simulación dinámica.
- **Módulo Heap Leach**, construye modelos que incluyen pilas de lixiviación.
- **Módulo Operating Cost,** realza análisis de costos de operación.
- **Módulo Particle size análisis,** realiza análisis de tamaño de partícula.

- **Módulo multicomponent particle size análisis,** realiza análisis de tamaño de partículas de sistemas multicomponentes.
- **Módulo solar/weather,** permite tener en cuenta condiciones climáticas.
- **Módulo gravity separation,** permite trabajar con modelos que incluyan separación por gravedad.

Una de las cosas a tener en cuenta es que para trabajar con MetSim hay que tener previos conocimientos de los distintos procesos de metalurgia extractiva.

En este programa solo se cubren las explicaciones pertenecientes a los módulos de balance de masa y energía.

MetSim presenta como punto fuerte una muy completa base de datos termodinámicos para los más comunes compuestos que se tratan en plantas metalúrgicas, además de ofrecernos la posibilidad de crear interfaces con otros programas como por ejemplo con Microsoft Excel. Algo que hay que tener en cuenta es que MetSim no predice reacciones químicas, no nos da información acerca de la cinética de los procesos ni tampoco de equilibrios termodinámicos establecidos.

Entonces como podemos ver básicamente este software es muy útil en la consecución de balances de masa y energía de sistemas bastante complejos.

2.1.2. Definición de software libre.

El concepto de software libre no depende únicamente de si se debe pagar por él o no; hay cuatro criterios fundamentales que definen este tipo de software. Richard Stallman describe estos criterios como "las cuatro libertades esenciales", comenzando desde cero:

- Libertad 0: La libertad de ejecutar el programa como desees, para cualquier propósito. Esto implica que no se pueden imponer restricciones sobre dónde, cómo y para qué se utiliza el software.

- Libertad 1: La libertad de estudiar cómo funciona el programa y modificarlo para que funcione según tus necesidades. Para ello, es esencial tener acceso al código fuente del software. Esto permite a cualquier persona adaptar el software a sus ideas y requerimientos específicos. Este principio se aplica tanto a usuarios individuales que desean añadir una función específica como a empresas que desarrollan sistemas complejos, como sistemas operativos para dispositivos móviles o firmware para routers.
- Libertad 2: La libertad de redistribuir copias del software para ayudar a otros. Esta libertad fomenta explícitamente el compartir el software con otros usuarios, promoviendo una distribución amplia y creando una comunidad activa de usuarios y desarrolladores que pueden colaborar en la mejora del software en beneficio colectivo.
- Libertad 3: La libertad de distribuir copias de tus versiones modificadas del software a otros. Esto permite que toda la comunidad se beneficie de las modificaciones realizadas. Al igual que en los casos anteriores, el acceso al código fuente es fundamental para llevar a cabo esta acción.

Estas libertades son esenciales para fomentar un ecosistema colaborativo donde los usuarios no solo consumen tecnología, sino que también participan activamente en su desarrollo y mejora continua. Este enfoque no solo beneficia a los individuos, sino también a la comunidad tecnológica en su conjunto, promoviendo la innovación y el avance tecnológico sostenible.

2.1.3. Definición de código abierto.

En el ámbito del código abierto, la Open Source Initiative (OSI), establecida en 1998 por Eric S. Raymond y Bruce Perens, entidad principal, se encarga de cuestiones relacionadas con las licencias, esta organización ha creado un procedimiento estandarizado para verificar que las licencias de software cumplan con su definición de código abierto, para muchas personas los términos "software libre" y "software de código abierto" son equivalentes.

Ambos conceptos se basan en los mismos principios, utilizan métodos similares y operan dentro de una comunidad global compuesta por individuos, proyectos y empresas. Sin embargo, dado que estos movimientos han surgido desde perspectivas diferentes una más social y la otra más pragmática y técnica, a veces pueden surgir desacuerdos. Estos conflictos suelen presentarse cuando los resultados del trabajo colaborativo no se alinean con los objetivos originales de cada movimiento. Esto es especialmente evidente cuando el software proporciona acceso a su código fuente, pero no respeta las cuatro libertades del software libre; por ejemplo, cuando existen restricciones sobre la divulgación, modificación o integración con otros componentes del software (Linux Professional Institute, 2023).

2.1.4. MetSim para el aprendizaje de procesos metalúrgicos

El uso de MetSim en el ámbito educativo permite a los estudiantes comprender procesos complejos mediante simulación, visualizar el comportamiento de variables operativas, integrar los conocimientos teóricos con la práctica, experimentar sin riesgos ni costos elevados.

Esto lo convierte en una herramienta clave dentro del aprendizaje basado en simulación, especialmente en áreas como la conminución.

La facilidad del acceso, permite al estudiante conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas, poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las tecnologías mineras, usando técnicas analíticas computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos. También le permite comprender el impacto de la tecnología minera en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad, desarrollando la capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.

El uso del simulador MetSim favorece el aprendizaje significativo (según el enfoque de

David Ausubel) al permitir la integración de la teoría con la práctica, la visualización de procesos complejos, la experimentación sin riesgo y el desarrollo del pensamiento crítico, lo cual contribuye a una comprensión profunda de los procesos metalúrgicos.

2.1.5. Características principales de MetSim.

Las características principales del simulador Metsim se dividen en base a su estructura modular y sus capacidades técnicas relacionadas con el proceso productivo en campo:

- **Estructura por Módulos**

El software permite escalar la complejidad del modelo según las necesidades del proyecto a través de diversos módulos especializados:

- **Módulo Base:** Para realizar balances de masa en estado estacionario.
- **Conminución:** Incluye herramientas para el modelado de chancado (trituración) y molienda.
- **Balance Térmico:** Permite calcular intercambios de calor y requerimientos energéticos.
- **Simulación Dinámica:** Útil para analizar el comportamiento del sistema a través del tiempo, ideal para control de procesos.
- **Otros módulos:** Incluyen Mina, Contorneado, Ingeniería y Costos para una gestión integral del proyecto.

- **Capacidades de Modelado y Análisis**

- **Amplia Biblioteca de Operaciones Unitarias:** Cuenta con iconos preconfigurados para equipos de fundición, hidrometalurgia (LIX-SX-EW), concentradoras y plantas de ácido.
- **Control de Procesos:** El usuario puede introducir sus propias ecuaciones para personalizar el comportamiento de los equipos.

- **Programación APL:** Utiliza el lenguaje de programación APL para funciones avanzadas y cálculos matemáticos complejos dentro del modelo.
- **Interconectividad:** Permite conectar corrientes de entrada y salida entre equipos, facilitando la visualización del flujo de materiales mediante códigos de colores.
- **Optimización de Planta:** Ayuda a determinar parámetros como la cantidad de agua necesaria, la producción de ácido comercializable o la generación de calor por reacciones químicas.

➢ **Aplicaciones Comunes**

- Diseño de nuevas plantas y optimización de **flowsheets** existentes.
- Simulación de procesos de recuperación y limpieza ambiental para cumplir con normativas.
- Modelado de plantas de oro, cobre y otros metales vía extracción desde su minera

2.1.6. Características de MetSim para la educación.

Las funcionalidades de MetSim en el ámbito educativo son muy valiosas. Tanto docentes como estudiantes pueden explorar una variedad de temas relacionados con procesos metalúrgicos, gracias a la interfaz interactiva que permite un manejo intuitivo del software. MetSim se ofrece versiones distintas, adaptándose así a las necesidades específicas de los educadores. Este programa facilita la conexión entre la teoría y la práctica, permitiendo a los alumnos graficar y optimizar procesos metalúrgicos y observar su comportamiento en tiempo real.

Desde el enfoque educativo, MetSim presenta ciertas características como:

- Aprendizaje interactivo.
- Simulación de escenarios reales.
- Desarrollo de habilidades prácticas.
- Comprensión de procesos complejos.

- Mejora en la toma de decisiones.
- Entorno seguro para experimentar.

2.1.7. Pantalla principal del software MetSim

La pantalla principal de MetSim es un entorno de diseño basado en Windows, optimizado para la creación de diagramas de flujo (flowsheets) de procesos metalúrgicos y químicos. Incluye menús desplegables superiores, iconos de acceso rápido para herramientas de dibujo y diseño, y módulos de operaciones unitarias, permitiendo modelar balances de masa y energía. Los elementos claves incluyen:

- **Área de trabajo (Workspace),** es la zona central de la pantalla donde el usuario representa gráficamente el circuito metalúrgico mediante las siguientes actividades:

  - Diseña el diagrama de flujo del proceso.
  - Inserta equipos (Chancadoras, molinos, ciclones)
  - Conecta corrientes de material

- **Barra de menús (Menu Bar),** Ubicada en la parte superior y permite controlar las funciones del programa, contiene las opciones principales del software:

  - File (archivo), permite crear, abrir, guardar proyectos
  - Edit (Editar), Modifica elementos del circuito.
  - Run/Simulate (Simular), Ejecuta la simulación.
  - Tools (Herramientas), son todas las configuraciones adicionales.
  - Help (ayuda), es el soporte técnico

- **Barra de herramientas (Toolbar),** Facilita el trabajo operativo sin necesidad de navegar en menús, incluye accesos rápidos a funciones frecuentes.

  - Insertar equipos.
  - Dibujar corrientes.
  - Ejecutar la simulación.

- Visualizar resultados.

➢ **Biblioteca de equipos (Equipment Library),** Permite al usuario seleccionar y arrastrar estos elementos al área de trabajo y contiene diferentes equipos disponibles para modelar procesos:

- Chancadoras, molinos, ciclones.
- Bombas tanques.

➢ **Corrientes de flujo (Streams)**, son líneas que conectan equipos y representan cada corriente, contienen información como:

- Flujo de material.
- Transporte de pulpa o mineral.
- Caudal, tamaño de partícula y composición.

➢ **Panel de propiedades (Properties Panel),** Aquí se definen los datos necesarios para la simulación, permite configurar y editar cada elemento del circuito:

- Parámetros del equipo.
- Condiciones de operación.
- Variables de entrada.

➢ **Ventana de resultados (Results Window),** es clave para el análisis y toma de decisiones, muestra los resultados generados por la simulación:

- Balance de masa
- Tamaño de producto (P80, F80).
- Consumo energético.
- Eficiencia del proceso.

➢ **Barra del estado (Status Bar),** Permite verificar si el modelo esta correctamente configurado, está ubicada en la parte inferior y muestra:

- Estado de la simulación.

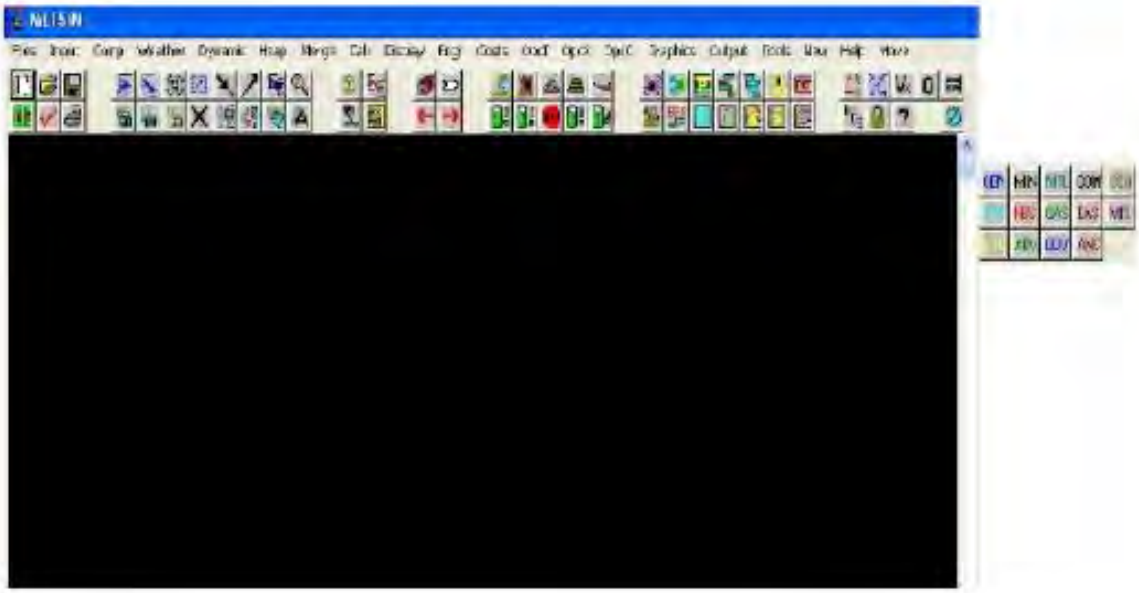
- Mensajes del sistema.
- Errores o advertencia.

➢ Sistema de navegación y edición, incluye herramientas para:

- Mover objetos, ajustar conexiones, ampliar o reducir (zoom) y organizar el circuito.

Figura 1

Pantalla principal del programa



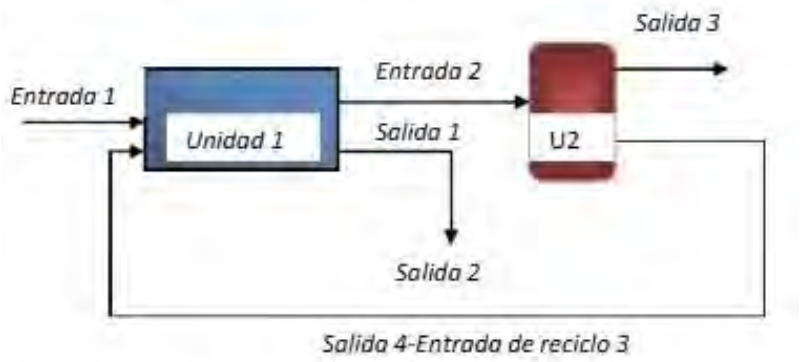
Tipo de modelación en MetSim

Los modelos que se construyen en MetSim, se puede decir que son modelos de adquisición de datos, donde se tiene una seria de entradas y por ende unas salidas, a estas entradas y salidas se les conoce en el lenguaje de la ingeniería de procesos como “corrientes” y estas van estar relacionadas mediante una unidad de operación u operación unitaria que puede o no ser reaccionante la cual simula el equipo donde se lleva a cabo dicho proceso.

Al acoplamiento de distintas corrientes con distintas operaciones unitarias se le conoce como flowsheet o diagrama de flujo del proceso, la siguiente grafica nos recrea de una mejor forma la estructura de un modelo realizado en MetSim:

Figura 2

Diagrama de flujo modelo



Como se puede observar, la figura de arriba es un flowsheet, en el cual se puede distinguir las entradas y las salidas, se debe tener presente que en el caso de la salida 1 para la unidad 1, se convierte en una entrada (2) para la unidad 2, también se puede apreciar que de la unidad 2 sale una corriente que es reingresada a la unidad 1, a este tipo de corrientes se les conoce como corrientes de reciclo.

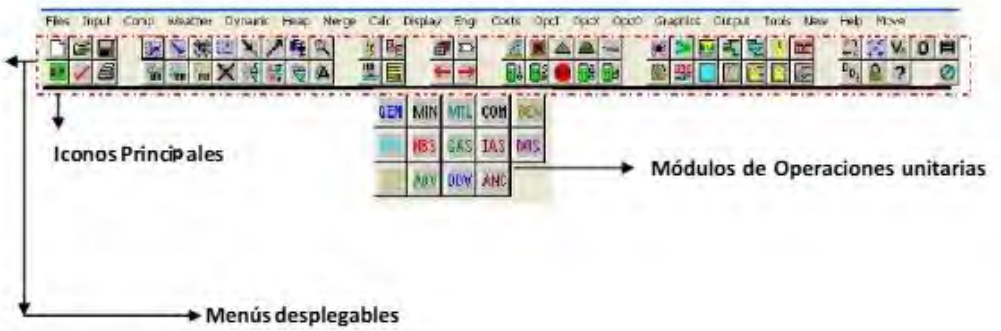
Como se mencionó anteriormente las unidades de operación pueden o no ser reaccionantes, esto indica que pueden o no llevarse reacciones químicas dentro de ellas, es en este punto donde entra la habilidad del modelador para distinguir cuando se lleva a cabo una etapa física o una química.

Iconos principales en MetSim

Cuando se abre la pantalla principal del MetSim se observa una serie de iconos (ver figura) los cuales cumplen con las funciones que se enlistan a continuación:

Figura 3

Iconos principales



Operaciones Unitarias en MetSim

MetSim cuenta con un módulo de operaciones unitarias donde se tiene una sección de operaciones unitarias generales y secciones para las distintas ramas de la metalurgia, tal como se observa en la siguiente figura:

Sección general (abre todas las operaciones unitarias).

Unidades Mineras (grúas, camiones, perforadoras, barcos, despachos, etc.).

Manejo de material (stockpile, chutes, silos, fajas, elevadores, pilas de lixiviación, etc.).

proceso de Conminución (Chancadoras, zarandas, molinos, hidrociclones, clasificadores, etc.).

Plantas de Beneficio (separadores gravimétricos, magnéticos, de medios densos, etc.).

Hidrometalurgia (columnas de carbon, tanques para extracción por solventes, espesadores, pozas de lixiviación, etc.).

Pirometalurgia (Hornos, autoclaves, etc.).

Tratamiento de gases (absorbedores, compresores, intercambiador de calor, turbinas, etc).

en proceso de diseño.

Varias combinaciones (Tratamiento de agua, osmosis inversa, energías renovables, etc.).

Módulo de control de procesos (instrumentación).

Dispositivos analógicos.

Dispositivos digitales (electrónica).

en proceso de diseño.

2.1.8 Diseño de un circuito.

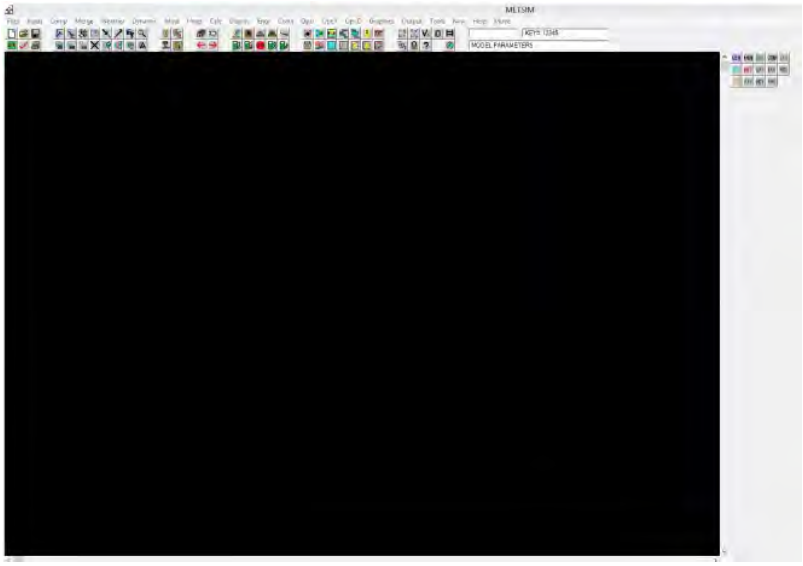
Pasos para diseñar un proceso metalúrgico (Chancado):

- Realiza los cálculos metalúrgicos en el proceso de chancado.
- Identifica las características del mineral.
- Determina las características de la chancadora.
- Describe el proceso alimentación (Feed) - chancadora (crusher) – producto final (output)

- **Crear un nuevo proyecto** (Abrir el MetSim ir a File seguido de new)

Figura 4

Pantalla de inicio Metsim



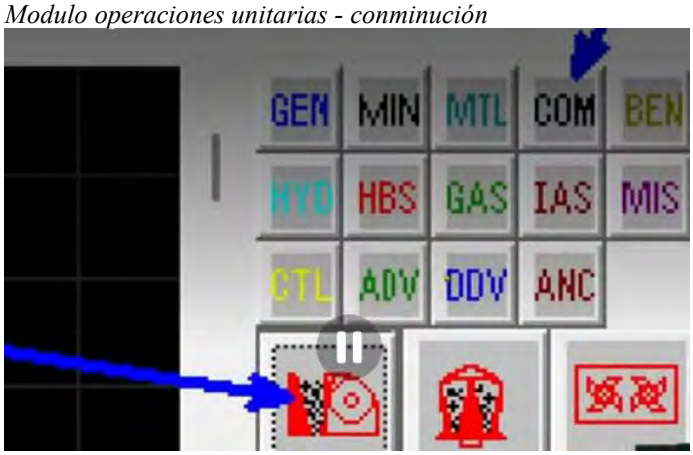
Crear un nuevo proyecto (Abrir el MetSim ir a File seguido de new)

- **Seleccione el proceso** (En los módulos de operaciones unitarias seleccione

, mostrara los diferentes tipos de chancadoras, elija la chancadora correspondiente)

Figura 5

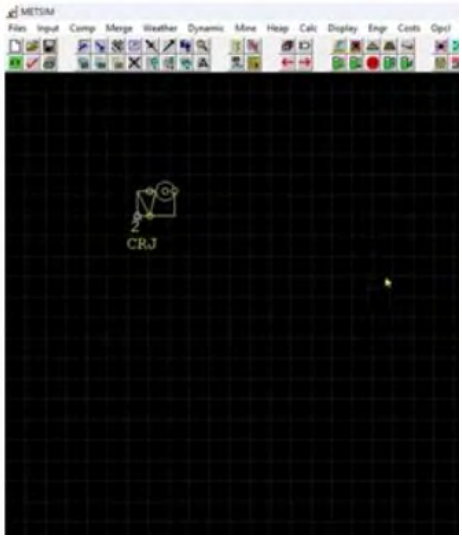
Modulo operaciones unitarias - conminución

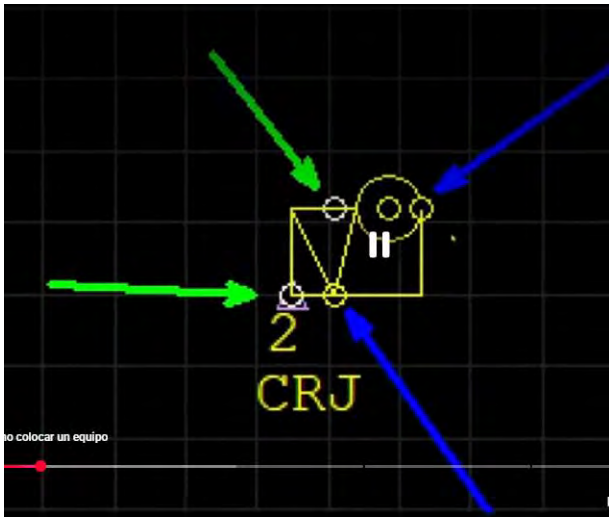


- **Seleccione la chancadora** (desplace con el mouse el icono de la chancadora en la pantalla del MetSim)

Figura 6

Ubicación de icono de la chancadora



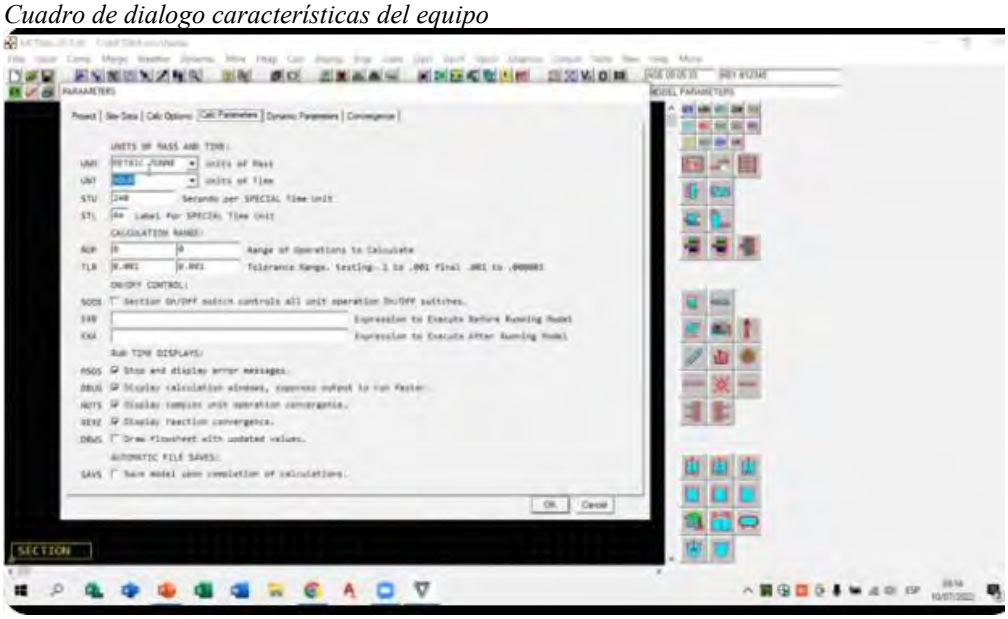


El icono de la chancadora muestra diferentes elementos señalizados con las flechas azul y verde, cada una corresponde una característica del equipo, al hacer clic en cualquiera de estos elementos, se desplazará un cuadro de dialogo como se muestra en las figuras 7 y 8

- **Completar los cuadros de dialogo** (características del equipo)

Figura 7

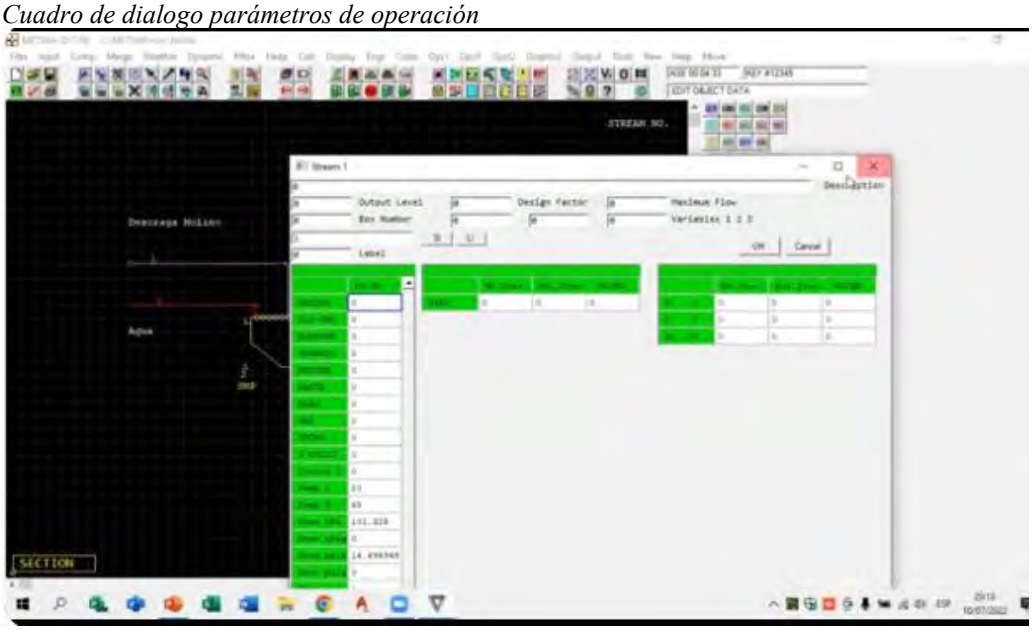
Cuadro de dialogo características del equipo



- **Cuadro de dialogo** (parámetros de operación)

Figura 8

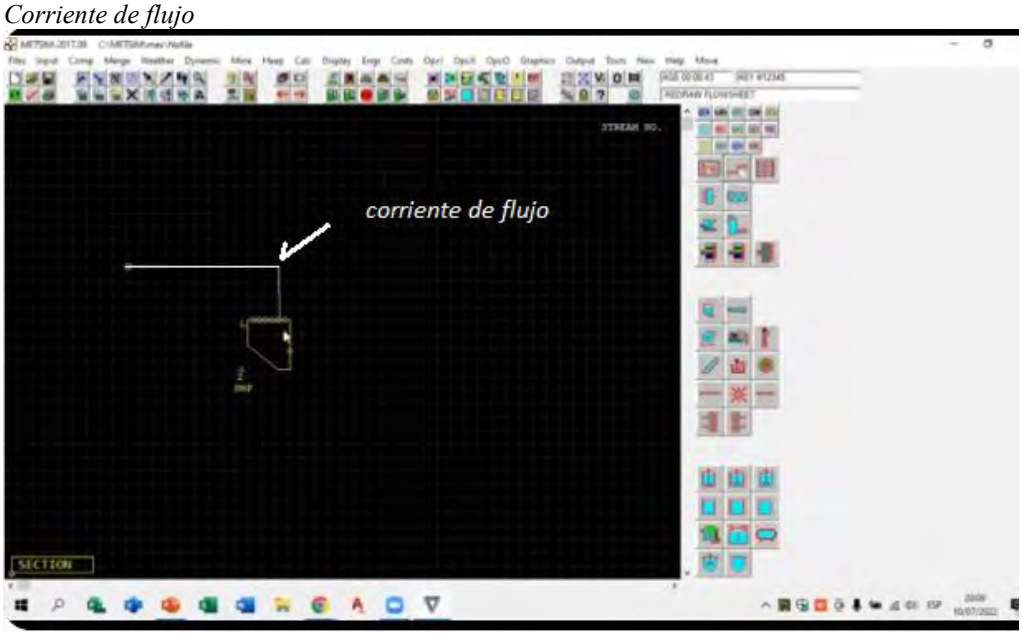
Cuadro de dialogo parámetros de operación



- **Corriente de flujo** (es la línea que representa los conductos de alimentación o descarga dependiendo de la posición, así mismo en estas líneas se puede adicionar otros elementos necesarios que impliquen el funcionamiento correcto del equipo o proceso.)

Figura 9

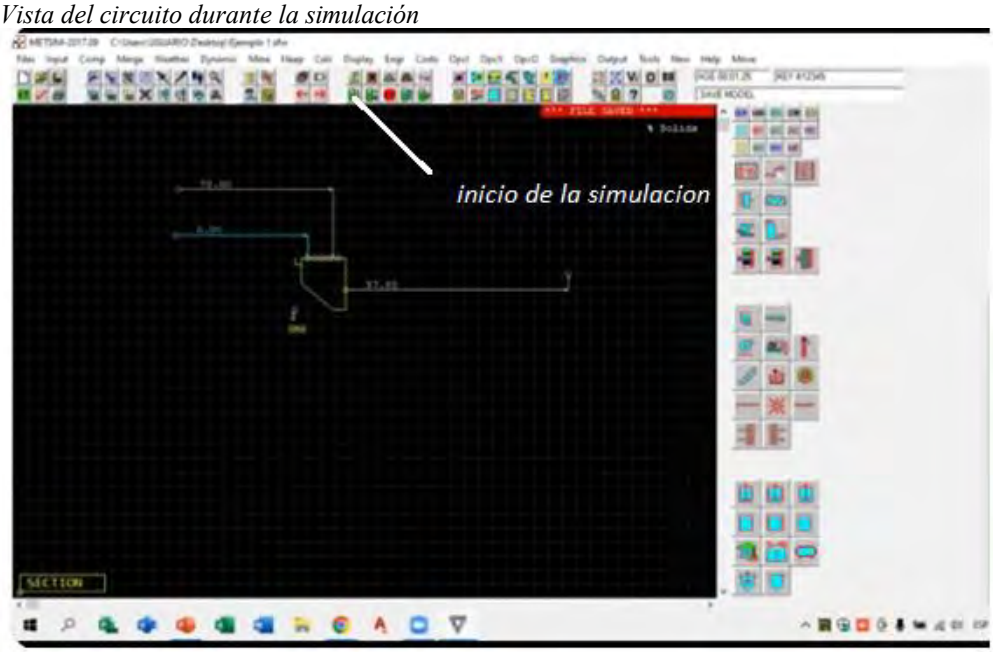
Corriente de flujo



- **Simulación** (Una vez que se haya completado el diseño y las conexiones, ir a la barra de simulación y haz clic en (ejecutar) para iniciar la simulación. Observar cómo se comporta el circuito y verificar si funciona como se esperaba.

Figura 10

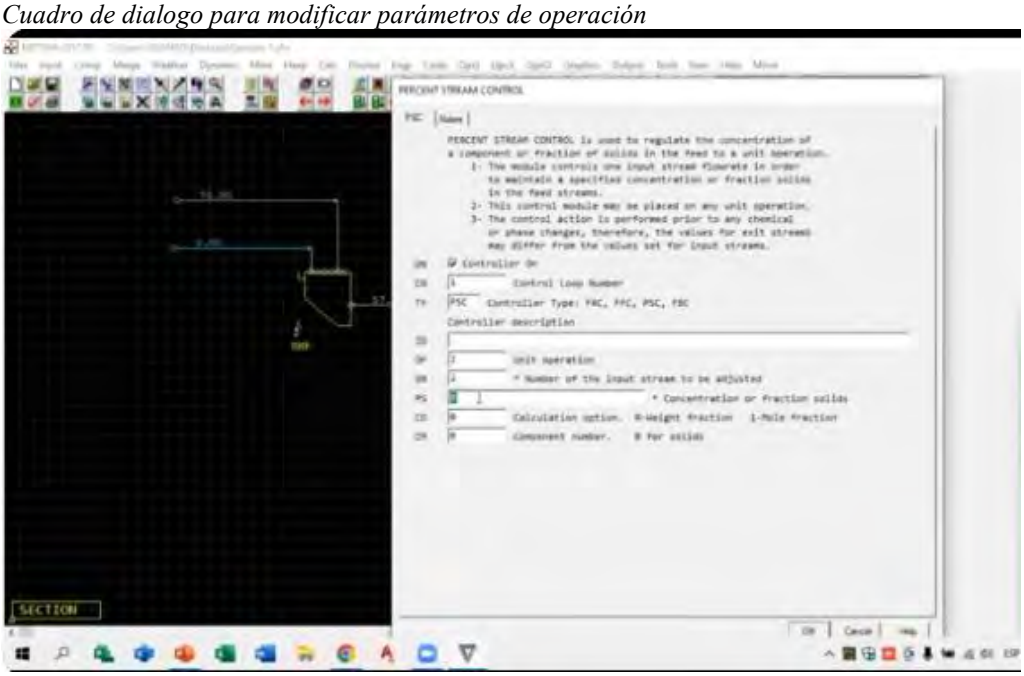
Vista del circuito durante la simulación



- **Optimización** (presione cualquier icono de la parte superior de la pantalla y modifique los datos iniciales de cualquier elemento para optimizar el proceso.

Figura 11

Cuadro de dialogo para modificar parámetros de operación



2.1.9 Aprendizaje.

El aprendizaje se define como una modificación relativamente permanente en el comportamiento y conducta que refleja los conocimientos previos o las habilidades desarrolladas a través de la práctica o la experiencia, lo cual puede incluirse la enseñanza, instrucción, observación o experiencia (Reyma, 2013).

Existen diversos factores que influyen en el aprendizaje de los estudiantes, tales como la atención, la motivación y las estrategias utilizadas para impactar su aprendizaje. Estas estrategias pueden variar desde el uso de simuladores y presentaciones en PowerPoint hasta métodos más tradicionales como el pizarrón.

En este contexto, el docente desempeña un papel fundamental en el proceso educativo del alumno, actuando como guía en la organización, análisis y actualización de los conocimientos adquiridos y su aplicación en situaciones cotidianas.

El aprendizaje es un proceso complejo que no solo involucra la adquisición de información, sino también la transformación de esa información en habilidades prácticas. Según Ausubel

(1968), “el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo conocimiento se relaciona de manera sustancial con lo que el estudiante ya sabe” (p. 56). Esto resalta la importancia de conectar nuevos conceptos con experiencias previas para facilitar una comprensión más profunda.

Además, la motivación juega un papel crucial en el aprendizaje. Para Deci y Ryan (2000), argumentaron que “la motivación intrínseca, que proviene del interés personal y la satisfacción por aprender, es más efectiva para fomentar un aprendizaje duradero que la motivación extrínseca”. Por lo tanto, los educadores deben crear un ambiente que estimule tanto la curiosidad como el deseo de aprender.

Finalmente, el uso de herramientas tecnológicas en el aula ha demostrado ser beneficioso para mejorar el compromiso y la retención del conocimiento. Según Mayer (2009), “el uso de multimedia puede facilitar el aprendizaje al proporcionar múltiples formas de representación de la información” (p. 61). Esto implica que los docentes deben considerar diversas metodologías y recursos didácticos para atender las diferentes necesidades y estilos de aprendizaje de sus estudiantes.

2.1.10 Teorías del aprendizaje.

- **La postura constructivista:** La perspectiva constructivista sostiene que el aprendizaje puede ser facilitado, pero cada individuo, a través de su experiencia personal, reconstruye su propia percepción interna. Esto implica que la inteligencia es un fenómeno único y no puede ser cuantificada de manera estándar, ya que cada persona realiza una reconstrucción subjetiva de la realidad. Entre los principales exponentes de esta teoría se encuentran Jean Piaget y Lev Vygotsky. Piaget se enfocó en cómo el conocimiento se forma a partir de las interacciones con el entorno, mientras que Vygotsky destacó la importancia de las condiciones sociales en el proceso de reconstrucción interna del conocimiento. El constructivismo enfatiza que el aprendizaje es un proceso activo donde los estudiantes son

participantes activos en la construcción de su propio conocimiento (Brusilovsky & Millán, 2007). Este enfoque resalta la importancia del contexto social y cultural en el aprendizaje, lo cual es especialmente relevante en entornos educativos diversos.

- **Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel**: Ausubel propuso la teoría del aprendizaje significativo, que establece una distinción clara entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico. Según Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se conecta con conceptos preexistentes en las estructuras cognitivas del estudiante. Esto significa que los individuos pueden integrar nuevas ideas, proposiciones y conceptos de manera coherente con lo que ya conocen, lo cual facilita una comprensión más profunda y duradera. Además, este tipo de aprendizaje proporciona claridad y aplicabilidad, actuando como un ancla dentro de las funciones cognitivas del individuo. La teoría del aprendizaje significativo también subraya la necesidad de motivar a los estudiantes para que establezcan conexiones relevantes entre nuevos conocimientos y experiencias previas (Mayer, 2002). Esta conexión no solo mejora la retención sino también la transferencia del conocimiento a situaciones nuevas.
- **Teoría cognitiva de Piaget:** Jean Piaget argumentó que el desarrollo intelectual de un individuo sigue un proceso ordenado, sistemático y continuo que se divide en cuatro etapas distintas: sensoriomotora, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales. Aunque su enfoque principal fue el ámbito intelectual, Piaget también reconoció la importancia de los aspectos sociales, emocionales y morales en el desarrollo humano. Estas dimensiones son fundamentales para comprender cómo los individuos interactúan con su entorno y cómo construyen su conocimiento. Al considerar las etapas del desarrollo cognitivo propuestas por Piaget, es crucial reconocer que cada etapa representa diferentes capacidades cognitivas y formas de pensar (Flavell, 1985). Esto implica que los educadores deben adaptar sus métodos pedagógicos según las etapas del desarrollo cognitivo de sus estudiantes para

facilitar un aprendizaje efectivo.

2.1.11 El aprendizaje mediante la experiencia.

En relación con el aprendizaje basado en la experiencia, que se fundamenta en enfoques constructivistas (Abdulwahed & Nagy, 2019; Kolb, 2017), David Kolb formuló un modelo que describe este tipo de aprendizaje. En su ciclo de aprendizaje, representado en la figura 12, el aprendiz atraviesa cuatro etapas: la experiencia concreta (sentir), la reflexión (observar), la conceptualización (pensar) y la aplicación (hacer). Estos cuatro componentes constituyen un ciclo de aprendizaje efectivo; al mantener un equilibrio adecuado entre ellos, se puede alcanzar un aprendizaje significativo. Kolb también identificó dos dimensiones clave del proceso de aprendizaje: la flecha vertical, que indica cómo percibimos el objeto del conocimiento y cómo pensamos sobre él, y la flecha horizontal, que refleja el procesamiento y la construcción del conocimiento, es decir, cómo llevamos a cabo las acciones. Así, el aprendizaje resulta de cómo las personas perciben y procesan lo que han experimentado para construir nuevos conocimientos.

Figura 12

Proceso del aprendizaje adaptado de Kolb

Nota. Adaptado de *Experiential Learning,* por D. A. Kolb, 1984, Prentice-Hall.

El aprendizaje de diseño de plantas metalúrgicas en el contexto profesional puede beneficiarse enormemente del enfoque basado en la experiencia. Al aplicar el modelo de Kolb, los estudiantes pueden involucrarse activamente en su proceso educativo a través de experiencias prácticas de operación en procesos metalúrgicos. Por ejemplo, al realizar proyectos donde se realizan etapas de montaje de plantas de procesamiento de minerales y

automatización de las mismas, los alumnos pasan por las etapas del ciclo de Kolb: primero experimentan directamente con los materiales (experiencia concreta), luego reflexionan sobre lo que han hecho y observado (reflexión), después conceptualizan sus hallazgos relacionándolos con teorías diseño (conceptualización) y finalmente aplican sus conocimientos en nuevos proyectos o problemas (aplicación).

Este enfoque no solo fomenta una comprensión más profunda de los conceptos teóricos relacionados con el procesamiento de minerales, sino que también promueve habilidades prácticas esenciales para su desarrollo profesional futuro. Según Papert (2020), **"el aprender haciendo"** permite a los estudiantes internalizar mejor los conceptos al interactuar físicamente con ellos. Además, este tipo de aprendizaje activo puede aumentar la motivación y el interés por las materias tecnológicas entre los jóvenes.

Al integrar experiencias prácticas en el aula de computación, se crea un ambiente propicio para el aprendizaje colaborativo donde los estudiantes pueden compartir ideas y resolver problemas juntos. Este tipo de interacción social es fundamental para el desarrollo cognitivo según Vygotsky (2020), quien enfatiza que el conocimiento se construye a través de interacciones sociales significativas.

2.1.12 Beneficios de MetSim en el aprendizaje.

Actualmente, el uso de software educativo ha adquirido gran relevancia en el ámbito de la educación superior, debido a la amplia disponibilidad de herramientas tecnológicas que facilitan la enseñanza dentro y fuera del aula. En este contexto, el simulador MetSim se constituye como una herramienta fundamental para la enseñanza de procesos metalúrgicos, especialmente en áreas como la conminución.

El uso de MetSim permite a los docentes desarrollar una enseñanza más dinámica y aplicada, orientada a la comprensión de procesos industriales reales. Asimismo, los

estudiantes pueden interactuar con modelos simulados, analizar resultados y comprender de manera más profunda el comportamiento de los sistemas metalúrgicos.

De esta manera, el uso de simuladores como MetSim contribuye significativamente a la preparación del estudiante para su desempeño en el entorno profesional, al acercarlo a condiciones similares a las de una planta real.

De acuerdo con el enfoque del aprendizaje basado en simulación, se identifican las siguientes ventajas:

- **Facilidad de uso e interacción**, MetSim presenta una interfaz gráfica amigable que permite al estudiante diseñar y simular circuitos metalúrgicos de manera intuitiva.
- **Simulación de procesos reales**, permite modelar operaciones como chancado, molienda y clasificación, acercando al estudiante a la realidad industrial.
- **Integración teoría–práctica**, facilita la aplicación de conocimientos teóricos en escenarios simulados, promoviendo el aprendizaje significativo.
- **Amplia variedad de equipos virtuales**, incluye chancadoras, molinos, ciclones y otros equipos, lo que permite desarrollar distintos tipos de circuitos.
- **Análisis de resultados en tiempo real**, los estudiantes pueden observar cambios en variables como tamaño de partícula, flujo y energía, favoreciendo la comprensión del proceso.
- **Desarrollo de habilidades profesionales**, promueve la toma de decisiones, el análisis de procesos y la resolución de problemas.

A pesar de sus beneficios, el uso de MetSim presenta algunas limitaciones:

- **Dependencia de datos de entrada**, la precisión de los resultados depende de la calidad de los datos ingresados.
- **Simplificación de la realidad**, los modelos utilizados pueden no representar completamente las condiciones reales de una planta.

- **Requiere capacitación previa**, es necesario que el estudiante tenga conocimientos básicos para su correcta utilización.
- **Limitaciones en versiones educativas**, algunas versiones pueden tener restricciones en funcionalidades avanzadas.

2.1.13 Dimensiones del simulador MetSim y el aprendizaje.

El simulador MetSim es una herramienta potente y versátil utilizada en el modelamiento y análisis de procesos metalúrgicos. Su interfaz está diseñada para ser intuitiva, permitiendo a los usuarios trabajar con múltiples equipos y configuraciones de manera eficiente.

Las dimensiones del simulador se adaptan a diferentes entornos de trabajo, facilitando la visualización de circuitos complejos y la interacción con diversas herramientas disponibles en el software. Esto favorece el aprendizaje al permitir al estudiante comprender de forma gráfica e interactiva los procesos de transformación del mineral.

- **Circuito de chancado primario**

Es la primera etapa de la conminución, cuyo objetivo es reducir el tamaño del mineral proveniente de la mina.

En MetSim, se puede diseñar un circuito simple que permita analizar el comportamiento del material al pasar por un chancador primario para ello se considera los siguientes procesos:

- Configuración básica, Se establece una corriente de alimentación (Feed) con un tamaño inicial (por ejemplo, F80 = 10”) , Se incorpora un chancador primario (tipo mandíbula o giratorio), Se define la apertura de descarga (CSS)
- Simulación, al ejecutar la simulación es posible observar la reducción del tamaño de partícula, variación del flujo de material y la eficiencia del equipo
- Análisis, la simulación permite evaluar la relación de reducción:

Ratio de reducción=F80P80\text{Ratio de reducción}

=\frac{F80}{P80}Ratio de reducción=P80F80

Esto ayuda a comprender el comportamiento del proceso de reducción de tamaño.

- **Circuito de chancado secundario**

El chancado secundario continúa la reducción del tamaño del mineral, preparándolo para etapas posteriores como la molienda.

- Configuración básica, la corriente de simulación es similar al chancado primario en la que, se conecta el producto del chancado primario, se incorpora un chancador secundario finalmente se ajusta la apertura para obtener un tamaño más fino.
- Simulación, el estudiante puede observar la, disminución progresiva del tamaño de partícula y la Influencia de la apertura del equipo.
- Análisis, este proceso permite comprender cómo los parámetros operativos afectan el tamaño final del producto.

- **Circuito de clasificación (zaranda o ciclón)**

La clasificación permite separar partículas según su tamaño, para lo cual durante la:

- Configuración básica, se incorpora una zaranda o ciclón dependiendo del proceso y se divide el flujo en: producto fino y material grueso (recirculado).
- Simulación, se observa, la separación de partículas y el flujo de recirculación
- Análisis, se puede evaluar la eficiencia de clasificación y la carga circulante.

- **Circuito de molienda**

La molienda es una etapa de reducción fina del tamaño de partícula, en la cual en la:

- Configuración básica, se incorpora un molino (ej. molino de bolas), se define el tamaño de alimentación y se establecen condiciones operativas (energía, carga).

- Simulación, permite observar la reducción del tamaño de partícula y el consumo energético.
- Análisis, se analiza la relación entre energía aplicada y tamaño final del producto.

- **Circuito integrado de conminución**

Este circuito combina todas las etapas: Chancado primario, Chancado secundario, Clasificación, Molienda. El proceso para este circuito completo es como sigue:

- Configuración básica, se conectan todos los equipos en secuencia formando un circuito completo.
- Simulación, se obtiene un, balance global del proceso, tamaño final del producto finalmente la eficiencia del sistema.
- Análisis, permite evaluar el desempeño global y optimizar el circuito.

El uso de estas “dimensiones” en MetSim permite:

- Comprender procesos complejos de forma visual.
- Aplicar conceptos teóricos en escenarios simulados.
- Desarrollar habilidades prácticas.
- Analizar variables operativas.
- Tomar decisiones técnicas.

2.1.14 Dispositivos electrónicos que influyen en el aprendizaje.

El aprendizaje del diseño de plantas metalúrgicas en la educación superior se ha convertido en un componente fundamental en la formación de ingenieros, debido a la creciente demanda de profesionales capaces de comprender, analizar y optimizar procesos industriales. Este enfoque educativo no solo se centra en los fundamentos teóricos del procesamiento de minerales, sino que también enfatiza la importancia de la experiencia práctica mediante el modelamiento y simulación de circuitos metalúrgicos.

El diseño de plantas metalúrgicas, especialmente cuando se apoya en herramientas como simuladores, permite a los estudiantes interactuar con sistemas complejos que representan condiciones reales de operación. A través de la construcción de circuitos de conminución, clasificación y concentración, los estudiantes pueden aplicar conceptos teóricos en situaciones simuladas, lo que fortalece la comprensión y el aprendizaje significativo.

Un modelo pedagógico adecuado para este tipo de aprendizaje es el ciclo de aprendizaje experiencial propuesto por David Kolb, el cual consta de cuatro etapas: experiencia concreta, reflexión, conceptualización y aplicación.

En la primera etapa, los estudiantes diseñan y simulan circuitos metalúrgicos, lo que les permite interactuar directamente con el proceso. Esta experiencia práctica constituye la base para la construcción del conocimiento.

Posteriormente, en la etapa de reflexión, los estudiantes analizan los resultados obtenidos en la simulación, evaluando el comportamiento del sistema, la eficiencia de los equipos y el impacto de las variables operativas. Este proceso reflexivo es esencial para identificar errores, comprender relaciones causa–efecto y consolidar el aprendizaje.

En la fase de conceptualización, los estudiantes relacionan los resultados obtenidos con los principios teóricos del procesamiento de minerales, tales como reducción de tamaño, balance de masa y eficiencia energética. Esto les permite estructurar un conocimiento más sólido y coherente.

En la etapa de aplicación, los estudiantes utilizan lo aprendido para diseñar nuevos circuitos, optimizar procesos o resolver problemas planteados, lo que evidencia la transferencia del conocimiento a contextos distintos.

Además, el diseño de plantas metalúrgicas contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como el pensamiento crítico, el análisis de sistemas complejos y la

toma de decisiones. Los estudiantes deben evaluar múltiples variables, interpretar resultados y proponer soluciones técnicas, lo cual fortalece su formación profesional.

El trabajo en el diseño de circuitos fomenta el aprendizaje colaborativo, ya que los estudiantes pueden desarrollar proyectos en equipo, intercambiando ideas y soluciones. Esto contribuye al desarrollo de habilidades interpersonales y de comunicación.

El aprendizaje basado en proyectos constituye otra estrategia relevante en este contexto. A través del diseño de plantas metalúrgicas, los estudiantes pueden desarrollar propuestas completas que integren diferentes etapas del proceso, lo que refuerza tanto el conocimiento teórico como la aplicación práctica. La elaboración de estos proyectos permite visualizar de manera integral el funcionamiento de una planta, generando una comprensión más profunda.

Es fundamental que los docentes adapten sus estrategias pedagógicas incorporando herramientas tecnológicas y metodologías activas que promuevan la participación del estudiante. La creación de entornos de aprendizaje dinámicos, basados en la simulación y el diseño de procesos, favorece la motivación, el interés y el compromiso con la formación profesional.

2.1.15 Software de simulación como recurso didáctico en la enseñanza aprendizaje.

Cabe señalar que los medios de aprendizaje comprenden el conjunto de recursos utilizados para facilitar el proceso educativo, haciéndolo más dinámico, comprensible y significativo. En este contexto, los recursos de aprendizaje incluyen materiales técnicos, audiovisuales e impresos seleccionados de acuerdo con los objetivos formativos.

Dentro de estos recursos, los softwares de simulación constituyen herramientas tecnológicas de gran relevancia en la educación superior, ya que permiten representar procesos complejos de manera interactiva. En el ámbito de la ingeniería metalúrgica, el

simulador MetSim se posiciona como un recurso didáctico fundamental para la enseñanza de procesos de procesamiento de minerales, como la conminución.

De acuerdo con el enfoque de los softwares educativos, estos presentan características que los convierten en herramientas eficaces para el aprendizaje. En el caso de MetSim, se destacan las siguientes:

- Finalidad didáctica, actúa como un recurso que apoya la construcción del conocimiento mediante la experimentación virtual.
- Interactividad, permite la interacción directa del estudiante con el sistema, ya que responde de manera inmediata a las acciones realizadas, como la modificación de variables operativas (caudal, tamaño de partícula, energía, entre otros), favoreciendo la retroalimentación inmediata y la comprensión de relaciones causa-efecto.
- Adaptabilidad al ritmo del aprendizaje, permite que cada estudiante avance según su propio ritmo, explorando diferentes escenarios y repitiendo simulaciones tantas veces como sea necesario, Contribuyendo de esta manera a personalizar el aprendizaje y fortalecer la autonomía.
- Facilidad de uso, presenta una interfaz gráfica intuitiva que facilita su utilización, requiriendo conocimientos básicos tanto en informática como en procesamiento de minerales, lo que permite un aprendizaje accesible y una rápida familiarización con la herramienta.
- Representación de sistemas reales, permite modelar circuitos metalúrgicos reales, lo que acerca al estudiante a condiciones similares a las de la industria favoreciendo a la contextualización y la preparación para el entorno profesional.

2.1.16 Dimensiones del aprendizaje de dispositivos de control

a. Aprendizaje conceptual. Se refiere a la adquisición y comprensión de conceptos abstractos y sus relaciones, más allá de la mera memorización de hechos o procedimientos.

Este enfoque se centra en cómo los individuos organizan y estructuran el conocimiento en su mente, facilitando así la transferencia y aplicación de este conocimiento a diferentes contextos.

El grado en que el aprendizaje previo afecta la capacidad del alumno de adquirir nuevos conocimientos o habilidades en un nuevo contexto constituye una de las fases del poderoso fenómeno llamado transferencia, (Sousa, 2002, p. 140). Los estudiantes no solo aprenden hechos aislados, sino que también comprenden las conexiones entre estos hechos y los principios subyacentes, promoviendo una comprensión más duradera y flexible, ya que los estudiantes pueden aplicar los conceptos aprendidos a nuevas situaciones y resolver problemas complejos.

Otro aspecto importante del aprendizaje conceptual es la construcción de esquemas mentales. Hattie (2015), explica que los esquemas son estructuras mentales que organizan y simplifican la información, facilitando la integración de nuevos conocimientos, así mismo argumenta que, para lograr un aprendizaje conceptual efectivo, los educadores deben ayudar a los estudiantes a construir y ajustar estos esquemas a medida que adquieren nueva información.

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2009), también juega un papel crucial en la comprensión del aprendizaje conceptual. Ausubel sugiere que para que el aprendizaje sea significativo, los nuevos conceptos deben relacionarse de manera sustancial con el conocimiento previo del estudiante. Esto significa que el aprendizaje conceptual no solo implica la introducción de nuevas ideas, sino también la integración de estas ideas con el conocimiento existente para formar una red coherente de conceptos.

La práctica educativa moderna también enfatiza la importancia del aprendizaje conceptual. Según Jo Boaler (2016), los métodos pedagógicos que fomentan la exploración profunda de los conceptos, como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje

colaborativo, son especialmente efectivos para desarrollar una comprensión conceptual sólida. Boaler sostiene que estos enfoques permiten a los estudiantes investigar y aplicar conceptos en contextos variados, promoviendo una comprensión más rica y duradera.

b. Aprendizaje procedimental. Se enfoca en la adquisición y perfeccionamiento de habilidades y procedimientos específicos, en lugar de centrarse en la comprensión conceptual profunda. Este tipo de aprendizaje es esencial para desarrollar competencias prácticas que los individuos pueden aplicar en contextos reales.

De acuerdo con Sweller (2011), el aprendizaje procedimental involucra la internalización de secuencias de pasos o métodos que se vuelven automáticos con la práctica. a medida que los individuos practican un procedimiento, su ejecución se vuelve más fluida y menos consciente, permitiendo una mayor eficiencia en la realización de tareas complejas. Este proceso de automatización es fundamental en el aprendizaje procedimental, ya que libera recursos cognitivos para centrarse en aspectos más sofisticados de la tarea.

Anderson y Lebiere (2014), desarrollaron la teoría del modelo de memoria procedimental, que destaca cómo los procedimientos se almacenan en la memoria a largo plazo y se recuperan rápidamente cuando se necesitan. Según su modelo, el aprendizaje procedimental no solo mejora la ejecución de tareas específicas, sino que también facilita la adaptación a nuevas situaciones similares al aplicar procedimientos previamente aprendidos. Esta teoría subraya la importancia de la práctica repetida y el refinamiento de habilidades para lograr un desempeño experto.

La investigación de Vaught (2020), también resalta la relevancia del aprendizaje procedimental en el contexto educativo. Argumenta que el aprendizaje de habilidades técnicas y procedimientos es crucial para la formación de profesionales competentes en diversas disciplinas, enfatiza que, en la educación técnica y vocacional, el enfoque en la práctica y la repetición es esencial para lograr un nivel alto de competencia en habilidades

específicas.

En la misma línea, Mayer (2014), en su trabajo sobre el aprendizaje multimedia, destaca que el aprendizaje procedimental puede beneficiarse de la integración de diferentes formas de representación, como imágenes y texto, para mejorar la comprensión y la ejecución de procedimientos complejos, sugiere que los recursos multimedia apoyen la adquisición de habilidades al proporcionar ejemplos visuales y guías que faciliten la práctica efectiva.

c. Aprendizaje actitudinal. Se enfoca en la adquisición y desarrollo de actitudes, valores y disposiciones emocionales que influyen en la conducta y la interacción social de los individuos. Este tipo de aprendizaje es fundamental para la formación integral de los estudiantes, ya que no solo abarca el conocimiento cognitivo, sino también el desarrollo de competencias emocionales y sociales.

Según Covington (2013), el aprendizaje actitudinal implica la internalización de creencias y valores que afectan la motivación y el comportamiento de los estudiantes. Covington explica que, para lograr un cambio actitudinal significativo, es esencial que los estudiantes no solo reciban información, sino que también reflexionen sobre sus propias actitudes y cómo estas afectan su rendimiento y sus relaciones interpersonales. Este enfoque promueve la autoevaluación y el ajuste de las creencias personales, lo cual puede mejorar el compromiso y la persistencia en el aprendizaje.

El trabajo de Dweck (2016), también es relevante en el contexto del aprendizaje actitudinal, introduce el concepto de "mentalidad de crecimiento", que se refiere a la creencia de que las habilidades y la inteligencia pueden desarrollarse con esfuerzo y dedicación. Según Dweck, fomentar una mentalidad de crecimiento en los estudiantes puede influir positivamente en su actitud hacia los desafíos y el aprendizaje, motivándolos a enfrentar dificultades con una disposición positiva y resiliente.

Por otro lado, la investigación de Cohen (2019), sobre el envejecimiento y la actitud

destaca cómo las actitudes pueden evolucionar a lo largo de la vida y cómo estas afectan el bienestar emocional. Cohen argumenta que, a lo largo del ciclo vital, las actitudes hacia el aprendizaje y el crecimiento personal pueden cambiar, y que el fomento de actitudes positivas y adaptativas es crucial para el desarrollo continuo y la satisfacción personal. Este enfoque subraya la importancia del aprendizaje actitudinal no solo en contextos educativos, sino también en la vida cotidiana.

Además, la teoría del aprendizaje socioemocional (SEL), desarrollada por CASEL (Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning), enfatiza la importancia de integrar habilidades socioemocionales en el currículo escolar. CASEL (2021), sostiene que el aprendizaje actitudinal incluye el desarrollo de habilidades como la empatía, la regulación emocional y la toma de decisiones responsables. Estas competencias son esenciales para una convivencia armónica y para el éxito personal y académico de los estudiantes.

2.2 Marco conceptual (palabra clave)

a. Simulación

El término "simular" se define como "representar algo, fingiendo o imitando lo que no es" (Real Academia Española, s.f.). La simulación surge como una respuesta a la necesidad de explorar diversas alternativas operacionales frente a escenarios específicos.

Ante una situación determinada. Según Monteagudo et al. (2019), “resulta una estrategia didáctico-tecnológica para sustituir o ampliar las experiencias verdaderas a través de experiencias tuteladas, que reproducen de manera interactiva situaciones del mundo real” (p.37). Contribuyen al aprendizaje en situaciones de práctica y permiten tomar decisiones para la actuación abordaje de imprevistos, al potenciar la capacidad de reflexionar sobre la acción.

Las simulaciones se utilizan en diversas aplicaciones de la industria, ahorrando tiempo y dinero, a la vez que permiten probar teorías e ideas antes de implementarlas en el

mundo real. Si bien técnicas relacionadas, como el gemelo digital, pueden ofrecer ventajas adicionales gracias al flujo bidireccional de información que permite, las simulaciones aún tienen una gran variedad de usos, ya sea para probar teorías, evaluar el desempeño de los procedimientos o determinar el ciclo de vida de un activo, la simulación es una herramienta útil para muchas empresas y organizaciones, existen diferentes tipos de simulación en la enseñanza como son:

- Simulación de eventos discretos.
- Simulación dinámica.
- Simulación de procesos.
- Simulación con orientación hacia procesos.

La simulación también se aplica en diferentes áreas de los cuales se presentan algunos ejemplos destacados adaptados del articulo científico "El uso de simuladores educativos para el desarrollo de competencias en la formación universitaria de pregrado (Osorio Villa et al., 2012) como son:

- Educación básica regular, deporte.
- Automotriz.
- Biomecánica, neuromecánica, robótica.
- Preparación para desastres.
- Economía y Finanzas.
- Sistemas de ingeniería.
- Ergonomía.
- Simulación de vuelo.
- Aplicaciones militares.
- Gestión de proyectos.
- Sistemas de producción.

- Clima

b. Comprensión teórica.

Corresponde a la capacidad del estudiante para comprender, interpretar, explicar y relacionar los conceptos, principios y fundamentos propios de la asignatura.

No se limita a la memorización de información, sino que implica que el estudiante pueda utilizar los conocimientos adquiridos para explicar fenómenos y resolver situaciones relacionadas con los procesos metalúrgicos.

c. Habilidades Practicas.

Representa la capacidad del estudiante para transformar los conocimientos teóricos en acciones concretas mediante la ejecución de procedimientos, técnicas y actividades propias de la formación profesional.

En el contexto de la simulación metalúrgica, estas habilidades pueden manifestarse en la capacidad del estudiante para seleccionar parámetros, ejecutar procedimientos dentro del simulador, analizar resultados y tomar decisiones frente a diferentes condiciones del proceso.

d. Motivación del estudiante.

Se refiere al grado de interés, disposición, esfuerzo y perseverancia que el estudiante manifiesta durante el proceso de aprendizaje.

La motivación favorece la participación activa del estudiante, su disposición para enfrentar dificultades y su interés por alcanzar los objetivos educativos. En el contexto de la utilización del simulador MetSim, puede observarse mediante el interés por utilizar el simulador, la participación en las actividades, el esfuerzo realizado y la disposición para continuar aprendiendo.

e. Entorno de aprendizaje

Lion (como se citó en Willson (1998: 3) define el "entorno de aprendizaje" como un lugar en el cual docentes y estudiantes pueden trabajar con fuentes que permiten dar sentido a formas de pensamiento y construir de manera reflexiva soluciones en torno a diferentes problemáticas".

f. Software.

El término “software” fue usado por primera vez en este sentido por John W. Tukey en 1957. En las ciencias de la computación y la ingeniería de software, Marquez (2018), “el software es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático o computador”

g. METSIM (Metalurgical Simulation))

Sigla que significa Simulador Metalúrgico, Ardila Montero (2009) “es un software de simulación complejo para modelado del proceso de producción de plantas metalúrgicas a través del proceso de extracción de minerales” (p.10). Este software ha sido desarrollado por John Bartlett y es con licencia a través de PROASON. METSIM.

En el contexto educativo MetSim puede constituirse en una herramienta que facilita la comprensión de procesos metalúrgicos mediante la interacción con escenarios simulados, permitiendo complementar los conocimientos teóricos con experiencias de carácter práctico en el proceso de conminución, flotación de minerales, hidrometalurgia, pirometalurgia, siderurgia e inclusive en la automatización de plantas metalúrgicas

En el Diseño de plantas Metalúrgicas, es importante la aplicación del simulador MetSim, porque permite predecir y optimizar situaciones de carácter productivo, asi mismo evita exponer a los trabajadores al riesgo o peligro durante el proceso de pruebas metalúrgicas, ya que de ello depende el éxito o fracaso de la empresa.

h. Planta Metalúrgica

Es una instalación industrial compleja, Wills & Finch (2016) dedicada al procesamiento de minerales para la obtención, transformación y refinación de metales y sus aleaciones. Su objetivo principal es separar los componentes valiosos (metales) de los no valiosos (ganga o relaves) presentes en los minerales extraídos de la tierra, para luego purificarlos y darles la forma deseada para su uso industrial a través de la trasformación en productos acabados para la satisfacción de la propia minería, aviación, medicina, ingeniería, electrónica, electricidad, etc.

i. Diseño de planta metalúrgicas.

Es el proceso de ingeniería mediante el cual el cual se establecen, organizan y dimensionan las operaciones, procesos, equipos e instalaciones necesarios para transformar y procesar minerales de manera técnica y económicamente viable.

El diseño parte de información relacionada con las características del mineral y de los resultados de las pruebas metalúrgicas, que permiten establecer el comportamiento del material y definir las operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de recuperación y calidad del producto. A partir del diagrama de flujo se determinan los caudales y condiciones de operación, información que constituye la base para la selección y dimensionamiento de los equipos y para el desarrollo de la distribución de la planta.

En el contexto de la presente investigación, el diseño de plantas metalúrgicas se entiende como el conjunto de actividades de ingeniería orientadas a representar, analizar y evaluar un proceso metalúrgico mediante la definición de sus operaciones unitarias, balances de masa, equipos y condiciones de operación, pudiendo utilizar herramientas de simulación como MetSim para representar virtualmente el proceso y analizar diferentes alternativas de diseño.

2.3 Antecedentes de la investigación

Antecedentes Internacionales

Monserrat (2024), Articulo científico "Integración *de simuladores en la Educación Superior: un estudio sobre su impacto y desafíos en Ecuador".* El objetivo de esta investigación fue analizar la integración de simuladores virtuales en la enseñanza en instituciones de educación superior. Se empleó un enfoque cualitativo mediante revisión documental, abarcando literatura académica desde 2008, con un notable incremento en estudios a partir de 2020 debido al auge de la inteligencia artificial y la pandemia por SARS-CoV-2, que impulsaron la innovación educativa. Las fuentes consultadas provinieron de bases de datos académicas como Scielo, ScienceDirect, Latindex, Scopus, Redib, Redalyc, Dialnet y Google Académico. Se evidenció que varios países de América Latina aún presentan rezagos en la implementación de tecnologías educativas en comparación con Europa, Asia y Norteamérica. En este contexto, se exploró el uso de simuladores en una institución de educación superior privada en Bogotá, destacando su potencial para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante entornos interactivos. Se concluye que el uso de simuladores requiere capacitación continua, permitiendo a los docentes personalizar la enseñanza y adaptarla a las necesidades individuales, al tiempo que identifican fortalezas y debilidades en los estudiantes.

El artículo resalta el creciente interés por integrar simuladores en la educación superior en Ecuador y América Latina, impulsado por la pandemia y avances tecnológicos. Aunque existen desafíos y rezagos, se reconoce el gran potencial de estas herramientas para personalizar y mejorar el aprendizaje, siempre que se garantice la capacitación docente continua.

Córdova y Malla (2021) en la tesis "*Implementación de un Laboratorio Virtual para la cátedra de tren de fuerza motriz de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad*

Politécnica Salesiana sede Cuenca" Ecuador, proponen implementar equipos virtuales para mejorar la enseñanza, para lo cual aplicaron una investigación de tipo aplicada con alcance descriptivo y método inductivo deductivo, considerando una población de 101 estudiante del cuarto a decimo ciclo y mediante una encuesta aplicada según la escala de Likert se logró un puntaje alfa de Cronbach de 0.73, aceptable para el tema de estudio, concluyendo que los simuladores permite a los estudiantes realizar prácticas de forma eficiente. Al respecto uno de los rangos del alfa de Cronbach es $0.70 \leq \alpha \geq 0.8$ cuya interpretación es aceptable, lo cual indica que el resultado de 0.73 obtenido tiene una consistencia interna aceptable, dicho de otro modo, los simuladores son un complemento practico de suma importancia que permite al estudiante desarrollar habilidades prácticas.

Los simuladores facilitan la adquisición de habilidades técnicas, mostrando una confiabilidad aceptable y consolidándose como un complemento valioso en la formación de los estudiantes.

Por otra parte, Valarezo et al. (2023) en el artículo científico "*Simulación y realidad virtual aplicadas a la educación*" Ecuador, resalta como cada vez más y más la simulación y realidad virtual está penetrando en la vida cotidiana y en los diferentes sectores de la sociedad, la misma que en muchos casos se aceleró su uso como consecuencia de la pandemia del Covid 19, así mismo la simulación y realidad virtual en el ámbito educativo, busca aplicar la enseñanza aprendizaje con otras metodologías y de esta manera salir de la enseñanza tradicional, sin embargo hay tecnologías costosas que requieren de interfaces y otros elementos que encarecen su utilización y puesta en funcionamiento, pese a ello según las estadísticas indican que es el sector salud con mayor porcentaje en aplicar la simulación y realidad virtual 28%, seguida por la educación en general con un 22.4% y un 15.2% por parte de las áreas de Ingeniería.

El artículo destaca el creciente uso de la simulación y realidad virtual, impulsado por la pandemia, especialmente en educación y salud. Aunque la implementación enfrenta retos por costos y tecnología, estas herramientas están transformando métodos tradicionales y ganando terreno en diversos sectores, con el sector salud como principal usuario.

Araujo (2023) en el artículo científico "*Implementación de las nuevas tecnologías. Simuladores virtuales en la transferencia del conocimiento en la educación anatómica*" Venezuela, cuyo objetivo es relacionar el uso de simuladores como herramientas digitales de apoyo, para lo cual se utilizó una metodología aplicada, descriptiva, cuantitativa no experimental, basada en el método inductivo transversal. Los resultados indican que el 95% de encuestados reconocen la importancia de contar con el aporte del uso de los simuladores para la generación de la transferencia del conocimiento teórico-práctico, finalmente la presente investigación puede servir de motivación para la realización de futuras investigaciones que aclaren el papel real del uso de simuladores de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje de las ciencias básicas en medicina como lo es la anatomía.

El artículo científico, evidencia que la mayoría de los participantes valoran altamente el uso de simuladores virtuales para facilitar la transferencia del conocimiento teórico-práctico en anatomía, ya que estas herramientas digitales son prometedoras y motivan futuras investigaciones sobre su impacto en la enseñanza de ciencias básicas en medicina.

Martínez (2024), el artículo científico "*La simulación como método de enseñanza en la carrera de Ingeniería de Sistemas*" Universidad Técnica de Oruro Bolivia, tiene como objetivo, diagnosticar el nivel de conocimiento que poseen los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas respecto a la simulación como método de enseñanza. La investigación se condujo bajo un diseño descriptivo no experimental y evaluó a 12 profesores. Los hallazgos revelaron que, aunque la mitad de los docentes (50%) nunca había empleado la simulación, la gran mayoría (67%) afirmó dominar la metodología. Entre quienes la dominan,

un 33.3% resaltó que acelera el aprendizaje y un 25% que facilita la replicación de escenarios reales. A pesar de la falta de uso previo en algunos casos, tres cuartas partes del profesorado (75%) ya había integrado la simulación en sus asignaturas. Las áreas de aplicación más frecuentes fueron la evaluación (92%) y la práctica docente (83%), seguidas por la orientación de contenidos (42%). Finalmente se determinó que la simulación es un método de enseñanza altamente efectivo en Ingeniería de Sistemas, su valor reside en que ofrece a los estudiantes un ambiente virtual, práctico y realista que les permite experimentar y comprender situaciones complejas de la vida profesional.

El artículo revela que, aunque no todos los docentes han utilizado la simulación, la mayoría la domina y la integra activamente en sus clases. Se destaca la efectividad de la simulación como método que facilita el aprendizaje práctico y realista, enriqueciendo la experiencia educativa y la comprensión de escenarios profesionales complejos.

Camacho & Medina-Chicaiza (2022) en el artículo científico "*Simuladores virtuales para la transferencia de conocimientos sobre números enteros*" Ecuador, este artículo tiene como objetivo, analizar el nivel de satisfacción o percepción que tienen los estudiantes de educación básica general del cantón Palora, en Ecuador, respecto a los simuladores matemáticos Retomate **y** Mathgametime**,** en relación con el aprendizaje y fortalecimiento de los conocimientos sobre números enteros. Para ello, se llevó a cabo una encuesta estructurada en tres dimensiones: a) motivación, b) facilidad de navegación e interfaz, y c) aspectos pedagógicos y didácticos. Los resultados muestran que, en promedio, los simuladores fueron valorados con 3,77 puntos sobre 5. Además, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en algunas variables nominales, especialmente entre el año escolar de los estudiantes y los aspectos pedagógicos y didácticos evaluados. En conclusión, los simuladores fueron, en general, bien recibidos como herramienta para apoyar el aprendizaje de contenidos matemáticos en este nivel educativo.

El artículo destaca una percepción positiva de los simuladores matemáticos como herramientas de apoyo en el aprendizaje de números enteros. Los estudiantes valoraron favorablemente su uso en términos de motivación, usabilidad y utilidad pedagógica, lo que refuerza su potencial para mejorar la enseñanza de las matemáticas en educación básica.

Pinilla (2022) en la tesis de maestría "*Implementación de prácticas de laboratorio mediante el uso simuladores virtuales para el mejoramiento de la competencia "Uso comprensivo del conocimiento científico" en la asignatura ciencias-física*" Colombia , El objetivo principal de este estudio es implementar una estrategia pedagógica basada en el uso de simuladores virtuales, mediante la elaboración de prácticas de laboratorio que incentiven en los estudiantes la realización de procesos mentales que les permitan comprender los conceptos y, en consecuencia, desarrollar un uso comprensivo de estos. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo Tras aplicar la prueba de correlación de Pearson en el análisis de los datos, se obtuvo un índice de 0,67, lo cual indica una correlación alta y respalda la hipótesis en gran medida. En la etapa inicial, los resultados diagnósticos y sus representaciones gráficas evidenciaron que la mayoría de los estudiantes presentaban dificultades en esta competencia, ya que solo entre el 2,38 % y el 26,19 % demostraban un uso comprensivo del conocimiento científico. Sin embargo, tras la implementación de prácticas de laboratorio apoyadas por simuladores virtuales, los resultados mejoraron significativamente: entre el 21,95 % y el 90,24 % de los estudiantes alcanzaron dicha competencia, según lo reflejan los datos y gráficos posteriores a la intervención. Finalmente, a partir de estos hallazgos, se propone como línea de investigación el desarrollo continuo de prácticas mediadas por simuladores virtuales. Asimismo, se recomienda ampliar la cantidad de prácticas para generar más datos, lo que permitiría profundizar en el análisis y mejorar la comprensión del tema de estudio.

La tesis demuestra que la implementación de prácticas de laboratorio con simuladores virtuales mejora significativamente la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico. La alta correlación obtenida respalda la efectividad de esta estrategia pedagógica, destacando su potencial para fortalecer el aprendizaje conceptual y promover futuras investigaciones en el área.

Antecedentes Nacionales

Medrano (2023), en la tesis "*Simulación quirúrgica como estrategia en el aprendizaje de habilidades técnicas en ciencias de la salud. Revisión sistemática 2018-2023*". cuyo objetivo central de este estudio fue analizar la influencia y las características de la simulación quirúrgica como estrategia de aprendizaje de habilidades técnicas en el área de ciencias de la salud. La investigación se realizó mediante una revisión sistemática de literatura, utilizando un método descriptivo y un enfoque cualitativo-experimental para seleccionar los artículos pertinentes. La evidencia analizada demostró que la simulación quirúrgica es altamente efectiva para mejorar el aprendizaje. Los resultados clave indican que: la simulación mejora significativamente las habilidades procedimentales y el desempeño técnico de los estudiantes, fomenta cuatro tipos de aprendizaje: cognitivo, procedimental, de interacción e interpersonal, la eficacia de la alta fidelidad muestra que el 70% de las publicaciones analizadas se centraron en simuladores de alta fidelidad, los cuales alcanzaron los puntajes más altos en la mejora del desempeño y en dimensiones como la cognitiva y la confianza. Finalmente se concluye que la simulación ofrece un ambiente seguro y realista, crucial para el aprendizaje significativo.

La tesis resalta la efectividad de la simulación quirúrgica como estrategia clave para desarrollar habilidades técnicas en ciencias de la salud, así mismo mejoran significativamente el desempeño, la confianza y el aprendizaje integral de los estudiantes, en un entorno seguro y realista.

Trujillo et al. (2023) Articulo científico "*Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de la indagación para el aprendizaje de física elemental*". El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la efectividad de un programa de simuladores virtuales en el aprendizaje de Física elemental, específicamente en el desarrollo de la competencia de indagación mediante el método científico, en estudiantes de quinto año de secundaria. El estudio se basó en teorías del aprendizaje como el construccionismo de Papert y el conductismo de Skinner, así como en aportes de otros autores. Con un enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y carácter aplicado, se trabajó con una muestra no probabilística de 50 estudiantes de los mejores colegios privados de Chiclayo. El grupo experimental estuvo compuesto por 24 estudiantes y el grupo control por 22. Los resultados mostraron que el uso de simuladores virtuales tuvo un impacto significativo en el aprendizaje. La prueba U de Mann-Whitney arrojó valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) tanto para el grupo experimental como para el control, confirmando mejoras en el desempeño del grupo que utilizó los simuladores. En conclusión, los resultados muestran que la implementación de simuladores virtuales favorece el desarrollo de competencias científicas y mejora el aprendizaje de la Física elemental en estudiantes de secundaria.

El artículo confirma que los simuladores virtuales son herramientas efectivas para fortalecer la competencia de indagación científica y mejorar el aprendizaje de la Física elemental en estudiantes de secundaria. La evidencia estadística respalda su implementación como recurso pedagógico clave en la enseñanza de ciencias.

Flores (2022), Articulo científico "*Aceptación tecnológica y uso de simuladores para entrenamiento en estudiantes de Ingeniería*". El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la aceptación tecnológica y el uso de simuladores inmersivos en estudiantes de Ingeniería de Minas. Se trató de una investigación no experimental, de nivel racional y diseño descriptivo-correlacional, de corte transversal y prospectivo. La población total fue de

482 estudiantes, sin embargo, la muestra seleccionada de forma intencionada, estuvo compuesta por 147 estudiantes del sexto al décimo semestre de Ingeniería de Minas de la Universidad Católica de Santa María, quienes ya habían tenido experiencia con simuladores según su plan de estudios. Los datos se recolectaron mediante una encuesta, y los resultados evidenciaron una relación significativa entre ambas variables, con un p-valor menor al 5 %. Se observó que el 54,4 % de los estudiantes reportó un uso regular de los simuladores inmersivos, mientras que el 25,2 % indicó un uso alto, lo cual confirma la existencia de una correlación positiva entre el uso de estas tecnologías y su aceptación. En conclusión, a mayor uso de simuladores inmersivos, mayor es la aceptación tecnológica, destacando su utilidad y facilidad de uso en la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería de Minas.

El presente articulo científico demuestra una correlación positiva entre el uso de simuladores inmersivos y la aceptación tecnológica en estudiantes de Ingeniería de Minas, los resultados destacan que, a mayor experiencia con estas herramientas, mayor es su aceptación, subrayando su valor como recurso eficaz y accesible en la formación profesional.

Pasco & Celestino (2023) Tesis "*Simuladores virtuales y su incidencia en el Proceso de enseñanza aprendizaje en alumnos de un IST Publico Provincia de Huaraz – 2022*" El objetivo principal de esta investigación fue determinar la relación entre el uso de simuladores virtuales y el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en competencias en estudiantes. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño descriptivo-correlacional, orientado a describir y analizar la relación entre ambas variables en una muestra de 63 estudiantes de los semestres I, III y V de la especialidad de Mecánica Automotriz, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. La fiabilidad del instrumento utilizado fue evaluada con el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.703, lo que indica una buena consistencia interna. Los resultados confirman una correlación significativa entre el uso de simuladores virtuales y el desarrollo del aprendizaje por competencias. Asimismo,

se concluye que la incorporación de herramientas tecnológicas y TIC ha influido positivamente en la actitud de los estudiantes, fortaleciendo sus conocimientos teóricos, habilidades prácticas y valores, elementos clave para su inserción en un mercado laboral cada vez más competitivo y exigente. El trabajo de tesis evidencia que el uso de simuladores virtuales se relaciona positivamente con el proceso de enseñanza-aprendizaje por competencias.

Velásquez (2022), Tesis "*Simulador virtual para el aprendizaje de la física elemental en estudiantes de secundaria de la Institución Educativa "Jesús Maestro" 2020*. La presente tesis tuvo como objetivo determinar cómo el uso de simuladores virtuales influye en la mejora del aprendizaje de Física elemental en estudiantes de secundaria de la I.E. Jesús Maestro, para ello, se aplicó una prueba de conocimientos antes y después de la intervención en dos grupos: uno experimental y otro control. Dado que los datos no seguían una distribución normal (según la prueba de Shapiro-Wilk), se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. En el pretest, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0{,}665 > 0{,}05$), lo que indica niveles de aprendizaje similares al inicio. Sin embargo, en el postest se evidenció una diferencia significativa ($p = 0{,}000 < 0{,}05$), lo que demuestra una mejora notable en el grupo experimental tras el uso de simuladores. El instrumento empleado fue una prueba validada por expertos, centrada en las dimensiones de indagación (11 ítems) y explicación (9 ítems), aplicada como pretest y postest. Los resultados descriptivos del grupo experimental en el postest reflejan una mejora significativa: 0 % en niveles inicial y en proceso, 67 % en logro esperado y 33 % en logro destacado. Finalmente se concluye que la aplicación del simulador virtual mejora significativamente el aprendizaje de la Física elemental en los estudiantes de secundaria. La tesis confirma que el uso de simuladores virtuales tiene un impacto positivo y significativo en el aprendizaje. La mejora del grupo experimental tras la intervención evidencia la efectividad de esta herramienta, especialmente

en habilidades de indagación y explicación, consolidando su valor pedagógico en entornos educativos.

Medina (2023) Tesis "*Simuladores interactivos y proceso de enseñanza aprendizaje en estudiantes de enfermería de un Instituto, Mollendo, Piura, 2022*" El objetivo del presente estudio se centra en entender y establecer la relación que existe entre los simuladores interactivos y el proceso de enseñanza aprendizaje. Se llevó a cabo un estudio con un diseño cuasi-experimental, en el que se seleccionó a estudiantes del segundo ciclo mediante un muestreo probabilístico. Se utilizaron instrumentos virtuales para medir la intención de los alumnos en adquirir experiencias de aprendizaje, y así evaluar su nivel de conocimiento con validez estadística confiable. Los resultados evidenciaron que el uso de simuladores virtuales generó un aprendizaje significativamente superior en el grupo experimental en comparación con el grupo control. Según los datos del pos-test, los estudiantes del grupo experimental alcanzaron un promedio de 41,79 frente a 19,35 del grupo control. La prueba U de Mann-Whitney arrojó un valor de $Z = 5.016$ y un $p = .000$ (< 0.05), lo que confirma diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo que utilizó simuladores.

Este estudio respalda la efectividad de los simuladores virtuales como herramienta pedagógica, los resultados demuestran que los entornos de aprendizaje interactivos pueden potenciar la comprensión práctica y teórica de los estudiantes, haciendo más efectiva la enseñanza tradicional cuando se combina con recursos tecnológicos.

Alccahuaman (2025) Tesis *Simulador PhET y desempeño académico en estudiantes de la institución educativa CRFA Hatun Chaska de Andahuaylas 2025".* El objetivo de esta investigación fue analizar la relación entre el uso del simulador interactivo PhET y el desempeño académico de estudiantes. Se trató de un estudio cuantitativo, descriptivo y correlacional, con diseño no experimental. Se encuestó a una muestra censal de 55 estudiantes y se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman para el análisis de datos. Los resultados

mostraron una correlación positiva y significativa entre el uso del simulador PhET y el rendimiento académico (r = 0.941; p = 0.000). Además, se identificaron relaciones positivas similares con variables como la gestión (r = 0.906), interacción (r = 0.928) y creación (r = 0.881) de entornos virtuales. Se concluye que existe una relación estadísticamente significativa entre el uso del simulador y el rendimiento académico.

Este estudio evidencia el alto impacto del simulador PhET en el aprendizaje, resaltando su valor como herramienta educativa. Las correlaciones encontradas sugieren que integrar entornos virtuales bien gestionados puede potenciar significativamente el rendimiento académico en áreas científicas y matemáticas.

Antecedentes Locales

Rivera (2023), Tesis, "*La simulación clínica como estrategia de aprendizaje de la atención de parto en la Escuela Profesional de Obstetricia de la Universidad Andina del Cusco, 2023*". Esta investigación tuvo como propósito conocer la percepción de los estudiantes de pregrado de la Escuela Profesional de Obstetricia sobre el uso de simuladores clínicos como estrategia para el aprendizaje de la atención del parto. Se realizó un estudio descriptivo, no experimental y de corte transversal con una muestra de 36 estudiantes del sexto semestre. Se evaluaron las percepciones respecto a la práctica deliberada y la simulación clínica, analizando diferencias según edad y sexo. Además, se compararon los resultados académicos antes y después del uso de simuladores. Los hallazgos indicaron que el 86,1 % de los estudiantes calificaron la experiencia con simuladores como "muy buena". No se encontraron diferencias significativas en las percepciones según edad o sexo. En cuanto al rendimiento académico, no hubo desaprobados en ninguna de las etapas, pero se evidenció una mejora en la proporción de estudiantes con calificaciones "muy buenas", que pasó del 25 % al 30,6 % tras el uso de simuladores. La tesis demuestra que la simulación clínica es una estrategia eficaz para mejorar la percepción y la experiencia de aprendizaje en la atención del

parto. Aunque no hubo diferencias por edad o sexo, se observó una mejora en el rendimiento académico y una alta valoración positiva por parte de los estudiantes, confirmando el valor formativo de los simuladores en la enseñanza práctica de Obstetricia.

Marmanillo, (2022), Tesis "*Simuladores virtuales y logro de competencias en estudiantes de la carrera de mecatrónica en un instituto tecnológico, Cusco – 2022"*, El objetivo principal de esta investigación fue determinar la relación existente entre el uso de simuladores virtuales y el logro de competencias en estudiantes de la carrera de Mecatrónica de un instituto tecnológico ubicado en Cusco. El estudio se diseñó con un enfoque cuantitativo, de tipo básico y alcance correlacional (corte transversal y no experimental). Se encuestó a una muestra de 96 estudiantes utilizando dos cuestionarios virtuales (aplicados a través de Google Forms), uno por cada variable de estudio. Los resultados descriptivos mostraron una percepción muy positiva: el 92.7% de los estudiantes valoró el uso de los simuladores virtuales en un nivel alto, y el logro de competencias alcanzó un 90.6% en el nivel alto. El análisis inferencial, utilizando el coeficiente Rho de Spearman, arrojó una correlación de 0.460, lo que indica un grado de correlación moderada. Dado que el valor p fue de 0.00 ($p \leq 0.05$), se concluyó que la relación entre los simuladores virtuales y el logro de competencias es significativa. En otras palabras, se determinó que un mejor empleo de los simuladores virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje conlleva un mayor logro de competencias en los estudiantes de Mecatrónica. La eficacia demostrada en los resultados se atribuye a que los simuladores proporcionan un ambiente practico, seguro y realista que facilita la comprensión profunda del conocimiento científico y transferencia de habilidades, adaptándose incluso a las necesidades individuales de los alumnos.

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

a. Hipótesis general

El Simulador MetSim influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

b. Hipótesis especificas

- El Simulador MetSim influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- El Simulador MetSim influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- El uso del Simulador MetSim influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.
- El Simulador MetSim influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

3.2. Identificación de variables e indicadores

Tabla 1

Matriz de identificación de variables e indicadores

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable Dependiente Simulador MetSim	- Interactividad	➢ Nivel de interactividad estudiante-simulador. ➢ Tipo de respuesta del sistema ante las acciones del estudiante.
	- Realismo y fidelidad	➢ Calidad gráfica y representación visual ➢ Precisión en la simulación de experimentos ➢ Uso de tecnologías inmersivas (realidad virtual)
	- Accesibilidad y usabilidad	➢ Facilidad de navegación e interacción en el entorno educativo ➢ Adaptabilidad a diferentes niveles.
	- Funcionalidad pedagógica	➢ Compatibilidad con plataformas de aprendizaje ➢ Disponibilidad de recursos educativos.
	- Impacto	➢ Mejora en la comprensión de conceptos complejos ➢ Desarrollo de habilidades prácticas y resolución de problemas
Variable Independiente Aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas	- Percepción	➢ Comprensión del proceso de conminución. ➢ Interpretación de resultados. ➢ Toma de decisiones. ➢ Realismo de la simulación. ➢ Utilidad en el aprendizaje. ➢ Relacionar procesos.
	- Comprensión teórica	➢ Concepto básico. ➢ Etapas del proceso. ➢ Variables del proceso. ➢ Interpretación. ➢ Simulación
	- Habilidades practicas	➢ Precisión en la ejecución de procedimientos simulados. ➢ Transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio. ➢ Capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado. ➢ Resolución de situaciones críticas. ➢ Optimización mediante simulación
	- Motivación -	➢ Interés por aprender a optimizar procesos. ➢ Disposición al uso de simuladores. ➢ Satisfacción por aprender a diseñar procesos. ➢ Aprendizaje dinámico. ➢ Participación activa.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de Operacionalización de variables

INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026					
VARIABLE	**DEFINICION DE CONCEPTOS**	**DEFINICION OPERACIONAL**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**	**VALORACION FINAL**
Simulador MetSim V:1	Son herramientas que permiten a los estudiantes vincular los conceptos teóricos aprendidos en el aula con su aplicación en un entorno virtual que simula situaciones de la vida real (Camacho & Medina-Chicaiza, 2022)	Los simuladores fortalecen el aprendizaje práctico y la toma de decisiones técnicas. en la simulación de procesos, mejora la comprensión teórica, reduce errores en prácticas reales y permite una mejor percepción sobre su utilidad en la formación profesional. Se obtendrá los resultados a través de la técnica de la observación con instrumento la entrevista; la encuesta y su instrumento, el cuestionario	Interactividad	➢ Nivel de interactividad estudiante-simulador ➢ Tipo de respuesta del sistema ante las acciones del estudiante	
			Realismo y fidelidad	➢ Calidad gráfica y representación visual ➢ Precisión en la simulación de experimentos ➢ Uso de tecnologías inmersivas (realidad virtual)	
			Accesibilidad y usabilidad	➢ Facilidad de navegación e interacción en el entorno educativo ➢ Adaptabilidad a diferentes niveles	
			Funcionalidad pedagógica	➢ Compatibilidad con plataformas de aprendizaje ➢ Disponibilidad de recursos educativos	
			Impacto	➢ Mejora en la comprensión de conceptos complejos ➢ Desarrollo de habilidades prácticas y resolución de problemas	

Aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas V:2	El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras. Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983 :18)	El proceso de aprendizaje en el contexto del simulador MetSim, se define como una interacción dinámica entre el docente, el estudiante y la herramienta computacional, con el objetivo de desarrollar competencias en el modelado, análisis y optimización de procesos metalúrgicos e industriales. Este proceso se caracteriza por ser **práctico, contextualizado y orientado a la resolución de problemas reales** sobre situaciones mediante la experimentación virtual con variables de operación, análisis de balances de masa y energía, y evaluación del desempeño de sistemas industriales, favoreciendo el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el aprendizaje significativo.	- Percepción. - Comprensión teórica. - Habilidades prácticas. - Motivación	➢ Comprensión del proceso de conminución ➢ Interpretación de resultados. ➢ Toma de decisiones. ➢ Realismo de la simulación. ➢ Utilidad en el aprendizaje. ➢ Relacionar procesos ➢ Concepto básico. ➢ Etapas del proceso ➢ Variables del proceso ➢ Interpretación ➢ Simulación. ➢ Precisión en la ejecución de procedimientos simulados. ➢ Transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio. ➢ Capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado. ➢ Resolución de situaciones criticas ➢ Optimización mediante simulación ➢ Interés por aprender a optimizar procesos ➢ Disposición al uso de simuladores ➢ Satisfacción por aprender a diseñar procesos ➢ Aprendizaje dinámico ➢ Participación activa	Escala de Likert - Nunca - Casi nunca - A veces - Casi siempre - Siempre

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1.Ámbito de estudio: localización política y geográfica

- **Localización política**

El estudio del proyecto de investigación se llevará a cabo en el distrito de Cusco, en la dirección de la entidad ubicada exactamente en la Av. De la Cultura N° 733, en la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, ubicada en el campus de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

- País: Perú
- Departamento: Cusco
- Provincia: Cusco

- **Localización geográfica**

Coordenadas UTM

- Sur: 13° 31′ 12¨ ·
- Oeste: 71° 57′ 28¨ ·
- Altitud: 3399 m.s.n.m.

Coordenadas geológicas

- Latitud -13.52
- Longitud -71.95777778

4.2. Tipo y nivel de investigación

En la presente indagación se implementara un recurso tecnologico en la enseñanza de los estudiantes, es por ello esta es de tipo aplicada, con un nivel explicativo, ya que se utilizara el modelo de instrucción del MetSim, en el curso de Diseño de Plantas Metalúrgicas, cuyos resultados se muestran mas adelante.

4.3. Diseño de investigación

Hernández, et, al. (2003), señalan que es un instrumento de dirección "guía" con un conjunto de pautas, bajo las cuales se realiza una investigación. Considerando la acepción del autor que antecede, se deduce que el diseño es el esquema del cual se efectura la investigación, en esta situación por estar trabajando con dos grupos de estudio analitico de estudiantes el diseño experimental es el cuasi experimental, cuyas caracteristicas alfa numericas se muestran mas adelante.

$$GE: 01 ____ X ____ 02$$
$$GC: 03 ____ - ____ 04$$

El significado de estas siglas se pueden ver a continuación

Ge : Grupo experimental

Gc : Grupo control

X : Simulador MetSim

O1,O2,O3,O4 : Observaciones a los estudiantes.

4.4. Población de estudio.

Muchos de los autores dedicados a la indagación, aducen que la población constituye el conglomerado de análisis de estudio, el cual dichos sujetos tienen características comunes, en esta ocasión la población está conformada por estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

4.5.Tamaño de la muestra

Muchos de los indagadores de metodología de investigación aducen que la muestra es el grupo más importante en todo proceso de investigación ya que dicho grupo conforma el grupo operativo, es desde allí que la muestra fue tomada de manera intencionada a criterio del investigador y no fue necesario cálculos para dicha elección, es así que la muestra está conformada por cincuenta y ocho estudiantes de las secciones del noveno y décimo semestre

según la nómina de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, caracterizados de la siguiente forma:

- Grupo control 29 estudiantes
- Grupo experimental 29 estudiantes

4.6.Técnicas de recolección de información.

Con el fin de hallar mejores pruebas de este proceso investigativo se procedio a trabajar con recursos que ayuden al logro fidedigno de esta indagación, es asi que dentro de ello, se tuvo que elaborar como instrumento un cuestionario que fue adapatado de instrumentos utilizados en investigaciones previas, todo los instrumentos fueron sometidos a un proceso de validacion de contenido mediante juicio de expertos, en el que participaron especialistas con experiencia en investigacion educativa el cual fue utilizado con los estudiantes en momentos estrategicos, el mismo fue acompañado por la tecnica de la encuesta conescala de valoracion del tes de Likert por ser adecuada para obtener información directa, sistematica y objetiva de los participantes respecto a la variable estudiada.

4.7.Confiabilidad y validez del cuestionario

Confiabilidad

Se procedió a la determinación de la confiabilidad del instrumento, considerando para este caso el modelo estadístico de alfa de Cronbach, cuyos elementos alfa numéricos se presentan en la siguiente formula.

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left|1-\frac{\sum V_i}{V_t}\right|$$

α= Alfa de Cronbach
K = Numero de Ítems
Vi=Varianza de cada Ítems
Vt= Varianza Total

La formula estadistica que antecede, para su mejor interpretación viene acompañado de niveles de apreciacion de confiabilidad, cuyos valores fluctuan desde cero hasta una unidad estos niveles se aprecian en el siguiente cuadro.

Puntuación de la confiabilidad del instrumentos

Tabla 3

Rangos para interpretación del coeficiente alpha de Cronbach.

Rango	Magnitud
0.01 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1.00	Muy alta

Nota: *Cronbach 1951*

Teniendo en cuenta la formula estadistica mas los niveles de confiabilidad de Cronbach, se procedio al cálculo de los coeficentes, de la variable en indagación asi como de sus respectivas dimensiones el cual se muestran a continuación.

Tabla 4.

Estadísticos de fiabilidad para aprendizaje de la asignatura de diseño de plantas metalúrgicas.

	Alfa de Cronbach[a]	N de elemento
D1: Percepción.	0.8336	5
D2: Comprensión teórica.	0.8333	5
D3: Habilidades prácticas.	0.8349	5
D4: Motivación.	0.8354	5
Aprendizaje de diseño de plantas metalúrgicas	0.8343	20

Nota: Paquete estadístico Spss versión 27

[a]Valor de coeficiente alpha se aproxima a 0.8 (más detalles ver en anexos de la tesis)

En la ratio que antecede se aprecia en promedio que la constante, estimada llega a cero coma ocho del cual en contraste con los niveles de Crombach se aduce que esta tiene alta confiabilidad.

4.8.Validez del instrumento por juicio de expertos

El instrumento paso por una segunda evaluación, donde se reviso el fondo y forma asi como la coherencia interna, de las matrices utilizadas en la respectiva indagación este proceso

fue ejecutado por maestros expertos en investigación quienes bajo la orientación de la ficha de validación emitieron su calificativo porcentual, el cual se aprecia en la siguiente ratio.

Tabla 5

Validez de instrumento por juicio de expertos

Expertos	%
Alfredo Alexis Yepes Quispe	90
Jaime Rivas Follano	90
Elias Anronio Mendoza Alarco	90

Se aprecia en la tabla que antecede que el promedio emitido de los expertos llega a 90%, del cual se aduce que el cuestionario tiene coherencia y consistencia interna con las variables y sus respectivas dimensiones.

4.9.Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas.

Para la demostración de la veracidad o falsedad del grupo de nuestros supuestos hipotéticos se utilizó la prueba estadística de T-Student, esta evaluación estadística permite determinar la existencia de la discrepancia significativa entre las medias de los valores de las dimensiones de la variable aprendizaje de diseño de plantas metalúrgicas, basándose en el uso de la herramienta del tutorial de diseño MetSim, para ello se establece el nivel de significación = 0,05, es decir, a una región de aprobación del 95%. A través del estadístico t-Student, se ejecuta esta prueba de hipótesis con 28 grados de libertad.

Estimación del valor crítico de la prueba T – Student, mediante el cálculo del inverso de la función distribución de dos colas:

$$t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right).(n_1+n_2-2)}$$

Prueba de T – Student para la apreciación de la media de las notas del pre test del grupo experimental:

$$\bar{x}_1 - \frac{\sum_{i-1}^{n_1} x_i}{n_1}$$

Estimación de la varianza de notas del pre test del grupo experimental:

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1}(x_1 - \overline{x})^2}{n_1}$$

Estimación de la varianza de notas del post test del grupo experimental:

$$S_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2}(x_2 - \overline{x})^2}{n_2}$$

Estimación de la media del promedio de notas del post test del grupo experimental:

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} x_i}{n_2}$$

Estimación de la varianza en común de notas del pre y post test:

$$S_C^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Estimación del estadístico de prueba T - Student:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_C^2}{n_1} + \frac{s_C^2}{n_2}}}$$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados.

El avance de la tecnología ha traído muchos cambios en especial en las redes sociales o mediante el internet donde aparecen tutoriales de instrucción educativa para los estudiantes, es desde allí que en la presente indagación se pretende ver, cómo influye el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, del cual para tener mejores argumentos de este proceso investigativo se elaboró un cuestionario acorde a la variable en indagación, es así que para las dimensiones de percepción, comprensión teórica, habilidades prácticas y motivación, se diseñaron a cinco ítems respectivamente, a esto se adiciona la elaboración de la tabla de baremación, donde figura la relación de dichas dimensiones con las alternativas de respuesta y su respectiva puntuación, este se puede ver en el siguiente cuadro.

Tabla 6.

Rango de puntuaciones y baremación para diseño de plantas metalúrgicas.

DIMENSION	Alternativas	Rango/calificativo	PUNTAJE TOTAL
Percepción.	*Nunca*	*Hasta 1*	*25*
	Casi nunca	*Hasta 2*	
	A veces	*Hasta 3*	
	Casi siempre	*Hasta 4*	
	Siempre	*Hasta 5*	
Comprensión teórica.	*Nunca*	*Hasta 1*	*25*
	Casi nunca	*Hasta 2*	
	A veces	*Hasta 3*	
	Casi siempre	*Hasta 4*	
	Siempre	*Hasta 5*	
Habilidades prácticas	*Nunca*	*Hasta 1*	*25*
	Casi nunca	*Hasta 2*	
	A veces	*Hasta 3*	
	Casi siempre	*Hasta 4*	
	Siempre	*Hasta 5*	
Motivación.	*Nunca*	*Hasta 1*	*25*
	Casi nunca	*Hasta 2*	
	A veces	*Hasta 3*	
	Casi siempre	*Hasta 4*	
	Siempre	*Hasta 5*	
Diseño de Plantas Metalurgicas.	***TOTAL***		*100*

5.1.1. Resultados del pre test

Considerando el cuadro anterior se procedió al desarrollo de la investigación tomando como primer momento la evaluación de diagnosticó más conocido como pre test, el cual fue implementado en ambos grupos cuyas estimaciones, se presentan en capítulos más adelante.

Tabla 7

R*esultados del pre test para ambos grupos***.**

Alumnos	DIMENSIONES									
	Percepción		Comprensión teórica		Habilidades Practicas		Motivación		PUNTAJE TOTAL	
	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental
Alumno 1	6	8	8	7	9	8	5	9	28	32
Alumno 2	8	7	10	10	11	5	8	7	35	29
Alumno 3	10	10	13	10	10	10	8	10	41	40
Alumno 4	8	8	8	13	9	7	8	9	33	37
Alumno 5	7	15	10	12	911	11	10	13	38	51
Alumno 6	8	10	9	9	7	9	8	7	32	35
Alumno 7	7	9	12	13	8	9	7	6	34	37
Alumno 8	10	9	8	14	8	11	10	7	36	41
Alumno 9	9	10	8	12	12	12	9	10	38	44
Alumno 10	7	12	8	9	8	8	8	8	31	37
Alumno 11	10	9	11	10	12	8	7	9	40	36
Alumno 12	10	10	8	11	7	9	6	7	31	37
Alumno 13	8	11	10	9	8	12	7	7	33	39
Alumno 14	9	9	10	7	10	8	12	7	41	31
Alumno 15	13	9	13	9	11	5	8	6	45	29
Alumno 16	8	11	10	8	8	9	8	9	34	37
Alumno 17	10	10	10	12	6	8	7	10	33	40
Alumno 18	11	9	13	7	9	8	7	8	40	32
Alumno 19	10	9	13	11	8	8	7	10	38	38
Alumno 20	8	9	10	11	8	9	7	14	33	43
Alumno 21	11	13	12	11	9	11	10	7	42	42
Alumno 22	10	8	9	13	9	11	10	8	38	40
Alumno 23	10	10	9	8	11	11	8	7	38	36
Alumno 24	11	12	11	10	11	7	9	9	42	38
Alumno 25	12	9	10	8	12	9	14	8	48	34
Alumno 26	6	8	8	12	7	10	7	7	28	37
Alumno 27	10	7	8	7	9	11	8	10	35	35
Alumno 28	7	11	8	9	9	8	7	9	31	37
Alumno 29	8	9	11	9	12	6	10	8	41	32

El cuadro anterior muestra los puntajes alcanzados de cada uno de los alumnos, sometidos a esta primera evaluación más conocida como pre test, en ella se observan también los calificativos para cada uno de los grupos (Control y Experimental), antes de la realización de utilizar nuestro simulador MetSim.

A continuación, se aprecian las medidas de tendencia central de ambos grupos para poder ver en qué condiciones se encuentran estos estudiantes en esta primera evaluación.

Tabla 8.

Estadísticos para el grupo control y experimental en el pre test.

G. CONTROL	total	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
Percepción	29	8.96	1.84	6	13
Comprensión teórica	29	9.93	1.75	8	13
Habilidades practicas	29	9.27	1.72	6	12
Motivación	29	8.27	1.83	5	14
Total	29	36.4	4.93	28	48
G. EXPERIMENTAL	**total**	**Media**	**Desv.Est.**	**Mínimo**	**Máximo**
Percepción	29	9.68	1.75	7	15
Comprensión teórica	29	10.0	2.04	7	14
Habilidades practicas	29	8.89	1.89	5	12
Motivación	29	8.48	1.86	6	14
Total	29	37.1	4.67	29	51

Nota: Tabla 4

Los datos hallados en el cuadro anterior muestran, datos no muy relevantes, en base a la primera evaluación en ambos grupos, ya que se aprecia en los contingentes de análisis que las puntuaciones máximas en ambos contingentes varían entre cuarenta ocho y cincuenta y uno puntos, mientras que la mínima esta entre veintiocho y veintinueve puntos respectivamente, con un promedio total de treinta siete puntos en dichos grupos de análisis estadístico, de estos resultados que anteceden también se deduce que para las dimensiones de percepción, Habilidades prácticas y motivación la media estimada es de nueve puntos aproximadamente, mientras que para la comprensión teórica esta fue de diez puntos, estos datos muestran que ambos grupos de estudio de los estudiantes tienen no conocen o tienen dificultades para el diseño de plantas metalúrgicas, mayores detalles sobre estos datos se encuentran en los cuadros y figuras siguientes.

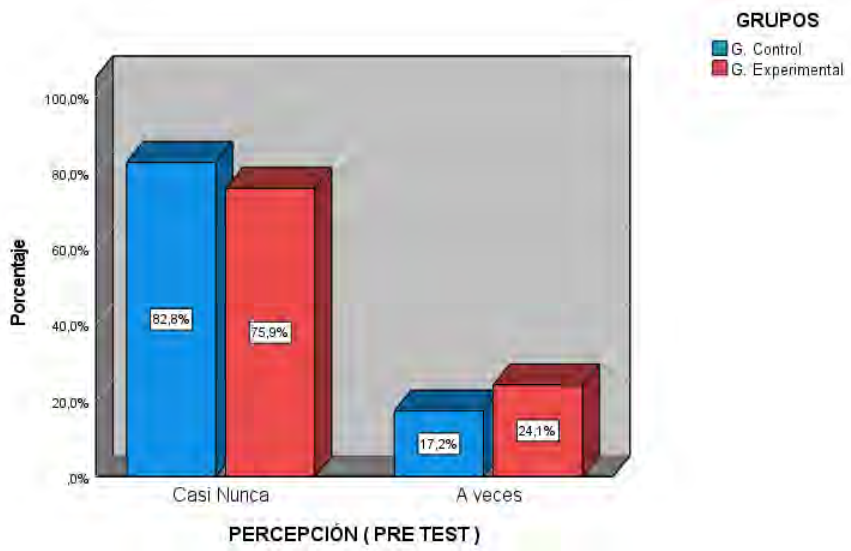
Tabla 9.

Resultados del pre test para percepción.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
PERCEPCIÓN (PRE TEST)	Nunca	0	0,0%	0	0,0%
	Casi Nunca	24	82,8%	22	75,9%
	A veces	5	17,2%	7	24,1%
	Casi siempre	0	0,0%	0	0,0%
	Siempre	0	0,0%	0	0,0%

Figura 13

Distribución porcentual pre test de la dimensión Percepción



Nota: Tabla 9

Interpretación:

Sobre la percepción en la evaluación de entrada se halló que del grupo control el 82,8% adujo casi nunca, otro 17,2% opto por la respuesta de a veces, mientras que en el grupo experimental el 75,9% opto por marcar casi nunca y el 24,1% adujo a veces.

Los datos que anteceden muestran que un porcentaje mayor de los estudiantes de ambos grupos, dificultan en la comprensión del proceso de conminución, así como también en la interpretación de resultados, por otro lado, en dichos estudiantes también se aprecia que muy poco toman decisiones, acertadas, el cual no deducen el realismo de la simulación lo que les

dificulta en relacionar procesos, en dichos estudiantes también se aprecia que muy poco comprenden el proceso de la metalurgia extractiva según los diagramas mostrados en el simulador, donde requieren de mejor orientación del docente para interpretar adecuadamente los resultados del proceso de conminución, a esto se adiciona que desconocen el proceso de dimensionamiento de una planta metalúrgica aplicando el simulador, en estos grupos se aprecia que no consideran que la simulación, representa de manera realista un proceso, puesto que dicho recurso no les permite tener una amplia perspectiva de un proceso productivo.

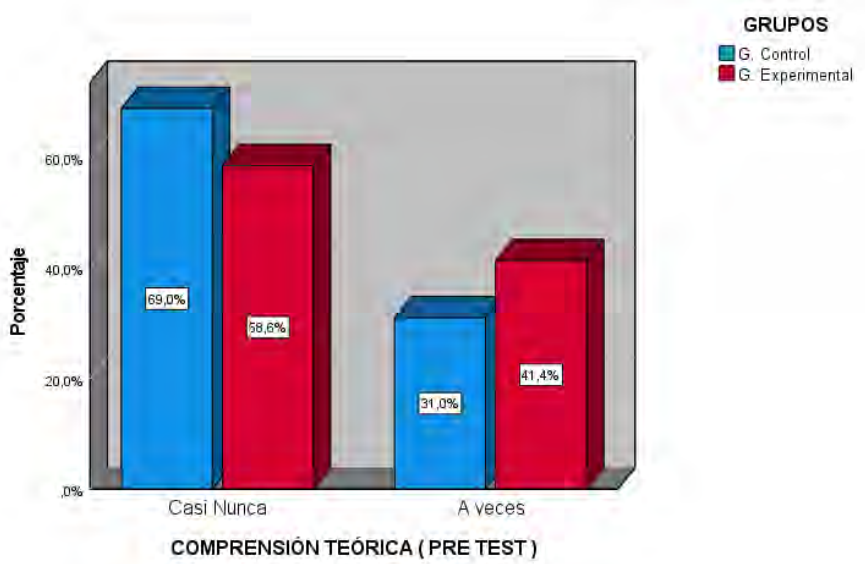
Tabla 10.

Resultados del pre test para comprensión teórica.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
COMPRENSIÓN TEÓRICA (PRE TEST)	Nunca	0	0,0%	0	0,0%
	Casi Nunca	20	69,0%	17	58,6%
	A veces	9	31,0%	12	41,4%
	Casi siempre	0	0,0%	0	0,0%
	Siempre	0	0,0%	0	0,0%

Figura 14

Distribución porcentual pre test de la dimensión Comprensión teórica



Nota: Tabla 10

Interpretación:

Sobre la comprensión teórica, se estimó en los jóvenes de control un 69,0% adujo casi nunca, otro 31,0% marco a veces, por otro lado, en los jóvenes del experimental un 58,6% adujo también casi nunca, otro 41,6% opto por marcar a veces.

Del cuadro que antecede se observa que en dichos grupos un porcentaje mayor de los estudiantes, desconocen de los conceptos básicos del simulador MetSim, así como de sus etapas de proceso, en dichos contingentes de estudiantes se aprecia que no distinguen las variables del proceso y su respectiva interpretación, a esto se suma que los alumnos de esta escuela profesional que requieren de mejor orientación del maestro para determinar el objetivo principal del proceso de conminución para reducir el tamaño de partícula, así como la secuencia correcta del proceso de conminución es: chancado – molienda – flotación, por otro lado en los mismos encuestados se deduce que desconocen sobre si la energía aplicada es una variable que influye directamente en la reducción de tamaño, estos estudiantes necesitan de una mejor orientación para ver si se incrementa la energía en cualquier proceso se optimizará la producción, así como el de la simulación representa una aproximación matemática del proceso real.

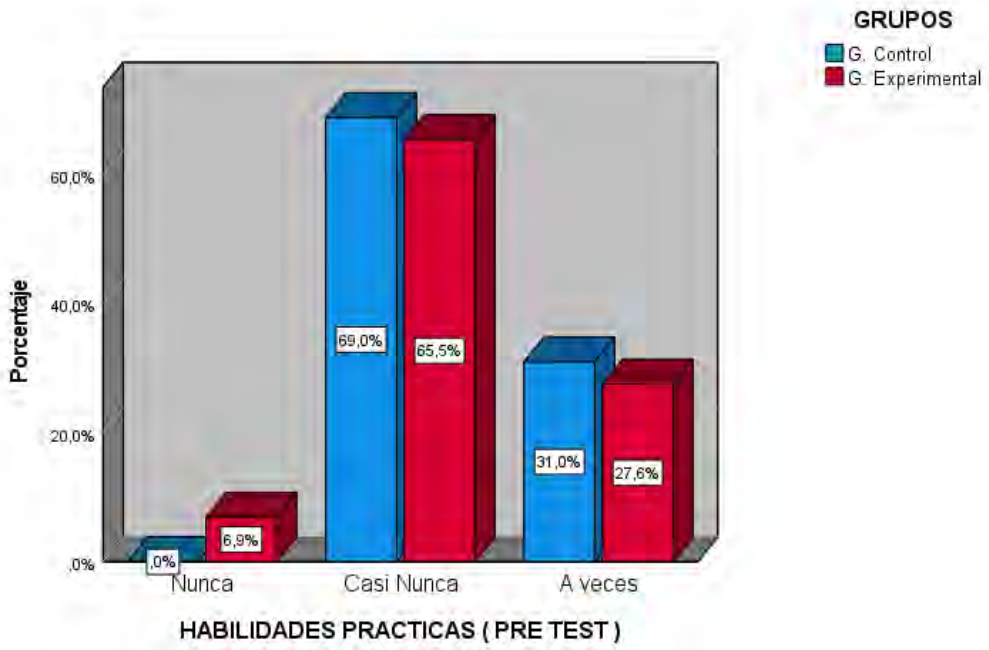
Tabla 11.

Resultados del pre test para habilidades prácticas.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
HABILIDADES PRACTICAS (PRE TEST)	Nunca	0	0,0%	2	6,9%
	Casi Nunca	20	69,0%	19	65,5%
	A veces	9	31,0%	8	27,6%
	Casi siempre	0	0,0%	0	0,0%
	Siempre	0	0,0%	0	0,0%

Figura 15

Distribución porcentual pre test de la dimensión Habilidades Prácticas



Nota: Tabla 11

Interpretación:

En lo referente a las habilidades prácticas, en los jóvenes de control se obtuvo un 69,0% que dujo casi nunca, un 31,0% respondió a veces, por otro lado, en cuanto a los del experimental el 65,5% adujo casi nunca y un 27,6% marco a veces.

Se aprecia en la figura que antecede que una mayoría de los estudiantes de ambos grupos muy poco cuentan con precisión en la ejecución de procedimientos simulados, así como en la transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio, en estos contingentes se percibe que muy poco cuentan con la capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado y además requieren de ayuda del maestro para la resolución de situaciones críticas, es decir que estos estudiantes muy poco pueden determinar si en una planta, el chancador primario está recibiendo más mineral del previsto, 1500 t/h cuando su capacidad óptima es 1200 t/h., Por otro lado en estos estudiantes se observa que desconocen si el molino de bolas está consumiendo demasiada energía sin lograr una mejora significativa en la finura del producto. ¿Sera consecuencia de la alimentación gruesa?, a esto se adiciona que los jóvenes

no cuentan con la capacidad para ver si el exceso de carga en el sistema de transporte de mineral, producirá rotura de las fajas transportadoras, así como el de percibir si una planta desea aumentar la producción sin instalar nuevos equipos. ¿Sera posible validar con balances y simulación, dichos estudiantes necesitan de ayuda del docente para ver si el ciclón presenta una alta carga circulante, generando ineficiencia en el sistema de molienda. ¿Este exceso podrá saturar el sistema de molienda?

Tabla 12.

Resultados del pre test para motivación.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
MOTIVACIÓN (PRE TEST)	Nunca	1	3,4%	0	0,0%
	Casi Nunca	26	89,7%	27	93,1%
	A veces	2	6,9%	2	6,9%
	Casi siempre	0	0,0%	0	0,0%
	Siempre	0	0,0%	0	0,0%

Figura 16

Distribución porcentual pre test de la dimensión Motivación

Nota: Tabla 12

Interpretación:

Sobre la motivación es estos estudiantes se estimó que en el grupo control el 89,7% adujo casi nunca, un 6,9% marco a veces y el 3,4% respondió nunca, así mismo de los chicos del experimental se halló un 93,1% opto por la opción de casi nunca, otro 6,9% marco a veces.

Se aprecia en la figura que antecede que los estudiantes de ambos grupos muy poco tienen interés por aprender a optimizar procesos ya que indican que tienen una limitada disposición al uso de simuladores, a esto se suma que dichos grupos de alumnos, no muestran satisfacción por aprender a diseñar procesos con dicho tutorial del MetSim, en dichos contingentes de estudiantes requieren de una mejor orientación sobre el aprendizaje dinámico que emite dicho recurso instructivo de diseños, a esto se suma que muy poco tienen participación activa en esta asignatura, es así que en estos jóvenes aducen que el uso del simulador muy poco despierta su interés por aprender los procesos metalúrgicos es por esto que prefieren aprender los procesos metalúrgicos con simulaciones antes que solo con demostraciones teóricas, en estos estudiantes se aprecia que no se sienten satisfechos haber aprendido los procesos metalúrgicos sin utilizar el simulador, en consecuencia por desconocimiento de este sistema consideran a veces que el uso del simulador hace el aprendizaje más atractivo y dinámico, puesto que necesitan de una orientación mejor para aplicar el simulador MetSim para optimizar procesos y diseñar plantas metalúrgicas.

5.1.2. Resultados del post test.

Culminado el análisis descriptivo de los datos del pre test a ambos grupos se desarrolló los talleres de enseñanza aprendizaje utilizando nuestra herramienta del simulador MetSim, en el diseño de plantas metalúrgicas, en principal se trabajó con los estudiantes del grupo experimental, cuyos resultados encontrados se muestran más adelante.

Tabla 13.

Resultados del post test para ambos grupos.

Alumnos	DIMENSIONES									
	Percepción		Comprensión teórica		Habilidades Practicas		Motivación		PUNTAJE TOTAL	
	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental	Control	Experimental
Alumno 1	9	15	14	18	11	19	11	15	45	67
Alumno 2	10	20	12	11	9	11	14	9	45	51
Alumno 3	11	15	10	20	11	16	10	14	42	65
Alumno 4	12	10	7	12	9	10	11	10	39	42
Alumno 5	9	15	9	10	14	8	7	17	39	50
Alumno 6	11	15	8	18	12	15	12	13	43	61
Alumno 7	18	11	15	12	7	8	9	9	49	40
Alumno 8	9	16	9	17	9	18	13	19	40	70
Alumno 9	9	15	11	12	11	14	11	20	42	61
Alumno 10	9	13	12	15	9	14	11	15	41	57
Alumno 11	13	19	11	18	14	14	14	19	52	70
Alumno 12	11	17	13	14	13	13	9	16	46	60
Alumno 13	10	17	8	23	12	6	11	17	41	63
Alumno 14	15	17	10	20	12	18	13	23	50	78
Alumno 15	9	19	11	10	11	14	12	17	43	60
Alumno 16	11	14	12	6	14	10	13	8	50	38
Alumno 17	12	12	11	15	12	17	10	15	45	59
Alumno 18	14	16	10	20	8	17	10	16	42	69
Alumno 19	15	13	10	11	5	13	11	19	41	56
Alumno 20	14	13	11	15	13	14	14	16	52	58
Alumno 21	10	21	9	21	7	17	7	20	33	79
Alumno 22	12	19	10	21	12	21	14	20	48	81
Alumno 23	8	13	11	13	13	9	13	12	45	47
Alumno 24	11	10	16	11	12	9	13	11	52	41
Alumno 25	11	24	11	22	11	21	8	23	54	90
Alumno 26	12	19	10	17	10	21	8	19	47	76
Alumno 27	13	15	13	15	11	14	10	17	49	61
Alumno 28	8	17	9	16	12	15	9	13	47	61
Alumno 29	13	16	16	18	11	16	13	12	56	62

Al cuadro que antecede también se elaboró las medidas de tendencia central, estimados de la segunda evaluación más conocido como post test, para ambos grupos, cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 14.

Estadísticos para el grupo control y experimental en el post test.

G. Control	total	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
Percepción	29	11.3	2.36	8	18
Comprensión teórica	29	11.0	2.25	7	16
Habilidades practicas	29	10.8	2.23	5	14
Motivación	29	11.0	2.13	7	14
Total	29	44.2	4.96	33	53
G. Experimental	**total**	**Media**	**Desv.Est.**	**Mínimo**	**Máximo**
Percepción	29	15.7	3.28	10	24
Comprensión teórica	29	15.5	4.25	6	23
Habilidades practicas	29	14.2	4.09	6	21
Motivación	29	15.6	4.06	8	23
Total	29	61.1	12.7	38	90

Nota: Tabla 13

El cuadro que antecede muestra los resultados de la segunda evaluación, luego de desarrollar nuestros talleres con el simulador MetSim, como se aprecia en los estudiantes del control no hubo cambios en sus puntuaciones, es así que la mayor nota es de cincuenta y tres puntos y la menor de treinta y tres, con una media de cuarenta y cuatro puntos, a diferencia de los estudiantes del experimental cuyas puntuaciones tuvieron incrementos relevantes, es así que el máximo puntaje hallado es de noventa puntos y la mínima de treinta y ocho puntos con un promedio total de sesenta y uno puntos, resultados que corroboran en concluir que, el Simulador MetSim influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, a esto se adiciona lo encontrado en las dimensiones de Percepción, comprensión teórica, habilidades prácticas y motivación cuyas medias estimadas se aproximan a dieciséis puntos respectivamente, lo que demuestra que hubo mejoras en el aprendizaje de estas dimensiones en dichos estudiantes, mayores detalles al respecto se muestran en los cuadros más adelante.

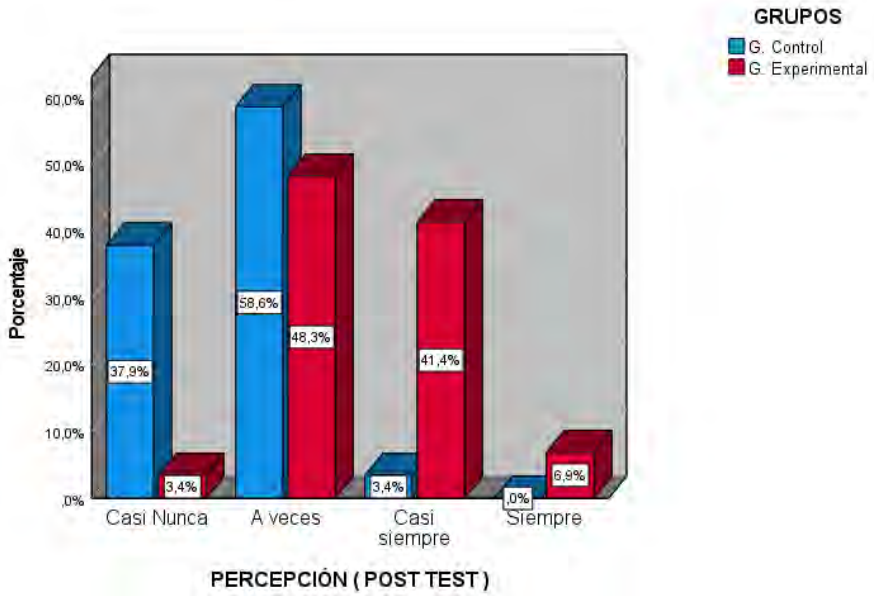
Tabla 15.

Resultados del post test para percepción.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
PERCEPCIÓN (POST TEST)	Nunca	0	0,0%	0	0,0%
	Casi Nunca	11	37,9%	1	3,4%
	A veces	17	58,6%	14	48,3%
	Casi siempre	1	3,4%	12	41,4%
	Siempre	0	0,0%	2	6,9%

Figura 17

Distribución porcentual post test de la dimensión Percepción



Nota: Tabla 15

Interpretación:

Con respecto a esta dimensión en la segunda evaluación se estimó en el grupo control el 58,65 adujo a veces, el 37,9% menciono casi nunca y solo el 3,4% marco casi siempre, a diferencia de los estudiantes del experimental que el 48,3% marco la respuesta de a veces un 41,4% adujo casi siempre y el 6,9% opto por la alternativa de siempre.

Se observa en los datos que anteceden que en los estudiantes de control no hubo mejoras a diferencia de los del experimental quienes en esta situación este contingente, no dificultan en la comprensión del proceso de conminución, así como también en la interpretación de resultados, por otro lado, en dichos estudiantes se aprecia que pueden tomar decisiones, acertadas, el cual deducen el realismo de la simulación lo que les colabora en relacionar procesos, en dichos estudiantes también se aprecia que tienen habilidad para comprender el proceso de la metalurgia extractiva según los diagramas mostrados en el simulador, donde ya no requieren de orientación del docente para interpretar adecuadamente los resultados del proceso de conminución, a esto se adiciona que conocen el proceso de dimensionamiento de una planta metalúrgica aplicando el simulador, en estos grupos se aprecia que consideran que

la simulación, representa de manera realista un proceso, puesto que dicho recurso les permite tener una amplia perspectiva de un proceso productivo.

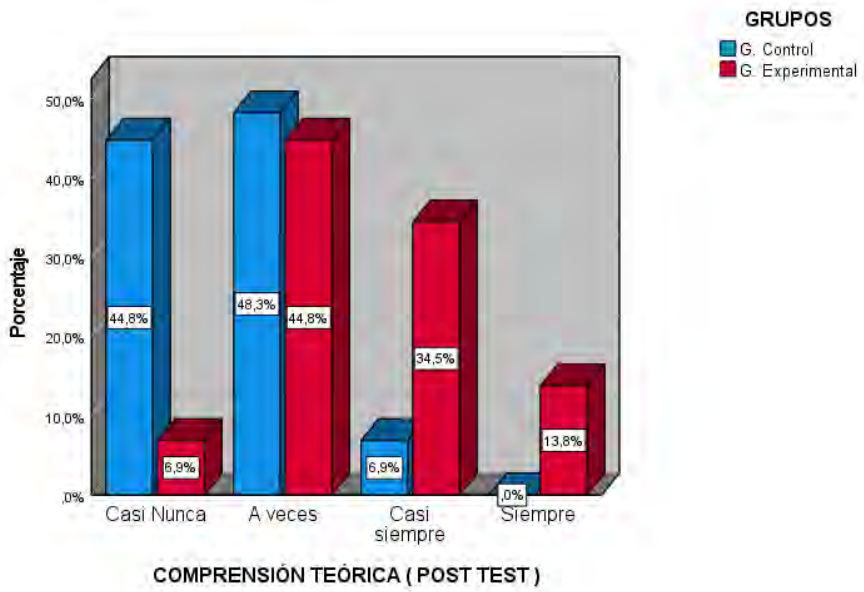
Tabla 16.

Resultados del post test para comprensión teórica.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
COMPRENSIÓN TEÓRICA (POST TEST)	Nunca	0	0,0%	0	0,0%
	Casi Nunca	13	44,8%	2	6,9%
	A veces	14	48,3%	13	44,8%
	Casi siempre	2	6,9%	10	34,5%
	Siempre	0	0,0%	4	13,8%

Figura 18

Distribución porcentual post test de la dimensión Comprensión teórica



Nota: Tabla 16

Interpretación:

En cuanto a la dimensión de comprensión teórica en el post test se encontró en los estudiantes de control un 48,3% adujo a veces, otro 44,8% marco casi nunca y solo el 6,9% respondió casi siempre, a diferencia de los jóvenes del experimental donde el 13,8% adujo

siempre, el 34,5% marco casi siempre, otro 44,8% eligió responder a veces y solo el 6,9% indico casi nunca.

En el cuadro anterior se observa que en los chicos de control no hubo mejores relevantes, más bien en los estudiantes del experimental si hubo cambios, es desde allí que se aprecia que este contingente, tienen conocimiento de los conceptos básicos del simulador MetSim, así como de sus etapas de proceso, en dichos estudiantes se aprecia que distinguen las variables del proceso y su respectiva interpretación, a esto se suma que los alumnos de esta escuela profesional que ya no requieren de mejor orientación del maestro para determinar el objetivo principal del proceso de conminución para reducir el tamaño de partícula, así como la secuencia correcta del proceso de conminución es: chancado – molienda – flotación, por otro lado en los mismos encuestados se deduce que ya conocen sobre si la energía aplicada es una variable que influye directamente en la reducción de tamaño, estos estudiantes usan el simulador para ver si se incrementa la energía en cualquier proceso se optimizará la producción, así como el de la simulación representa una aproximación matemática del proceso real.

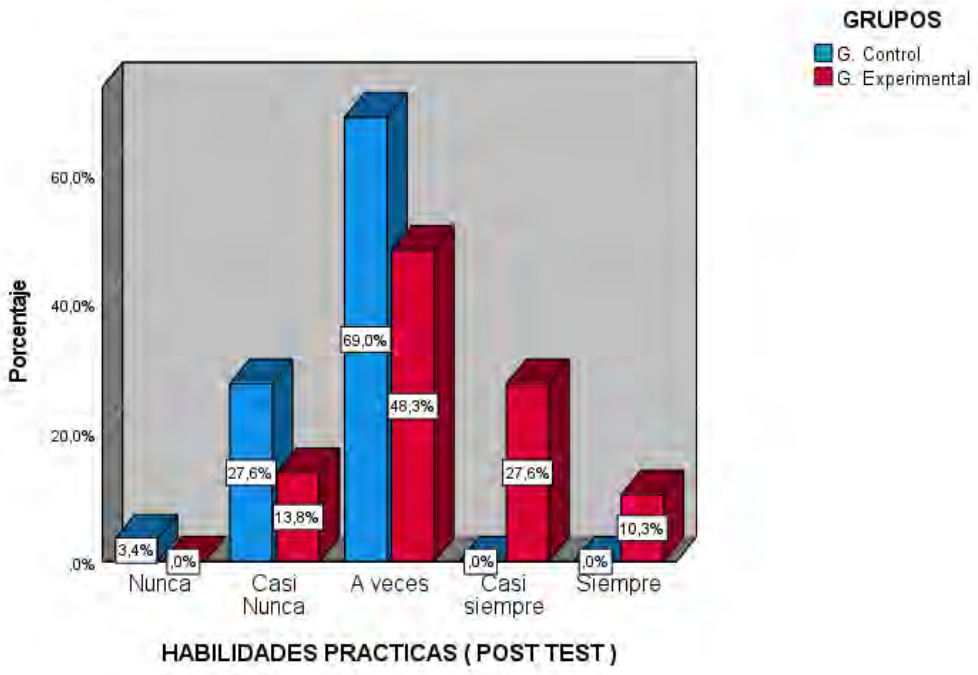
Tabla 17.

Resultados del post test para habilidades prácticas.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
HABILIDADES PRACTICAS (POST TEST)	Nunca	1	3,4%	0	0,0%
	Casi Nunca	8	27,6%	4	13,8%
	A veces	20	69,0%	14	48,3%
	Casi siempre	0	0,0%	8	27,6%
	Siempre	0	0,0%	3	10,3%

Figura 19

Distribución porcentual post test de la dimensión Habilidades Prácticas



Nota: Tabla 17

Interpretación:

En cuanto a la tercera dimensión de la variable en indagación se encontró en los alumnos de control que el 69,0% adujo a veces, otro 27,6% marco casi nunca y un 3,4% opino nunca, a esto se adiciona lo hallado en los jóvenes del experimental donde el 13,8% respondió casi nunca, el 48,3% indico a veces, otro 27,6% eligió la alternativa de casi siempre y el 10,3% marco siempre.

Los datos que anteceden muestra que el uso de nuestro simulador en los chicos del experimental tuvo logros positivos es por ello que esta aula de estudiantes, cuentan con precisión en la ejecución de procedimientos simulados, así como en la transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio, en estos contingentes se percibe que cuentan con la capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado y además ya no requieren de ayuda del maestro para la resolución de situaciones críticas, es decir que estos estudiantes ya pueden determinar si en una planta, el chancador primario está recibiendo más mineral del previsto, 1500 t/h cuando su capacidad óptima es 1200 t/h., Por otro lado en

estos estudiantes se observa que conocen si el molino de bolas está consumiendo demasiada energía sin lograr una mejora significativa en la finura del producto. ¿Sera consecuencia de la alimentación gruesa?, a esto se adiciona que los jóvenes están con la capacidad para ver si el exceso de carga en el sistema de transporte de mineral, producirá rotura de las fajas transportadoras, así como el de percibir si una planta desea aumentar la producción sin instalar nuevos equipos. ¿Sera posible validar con balances y simulación, dichos estudiantes no necesitan de ayuda del docente para ver si el ciclón presenta una alta carga circulante, generando ineficiencia en el sistema de molienda. ¿Este exceso podrá saturar el sistema de molienda?

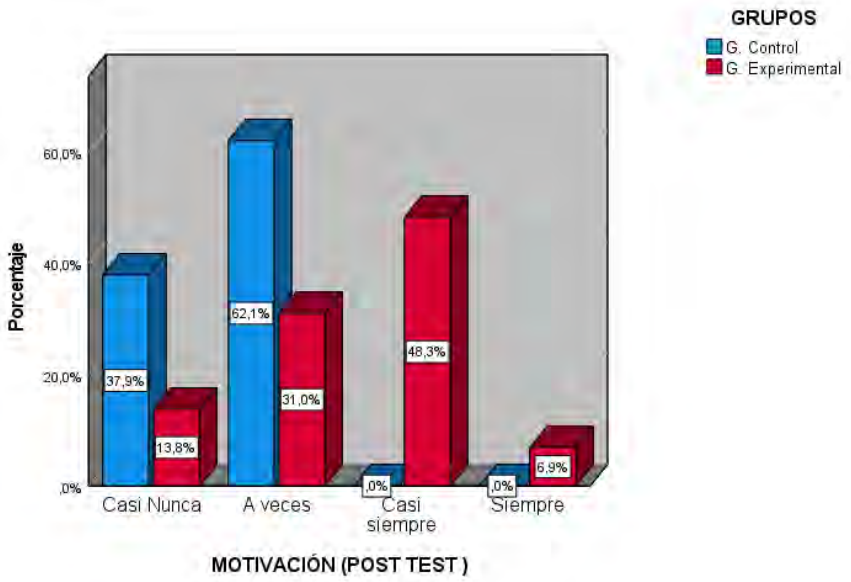
Tabla 18.

Resultados del post test para motivación.

		GRUPOS			
		G. Control		G. Experimental	
		Recuento	% de N totales de columna	Recuento	% de N totales de columna
MOTIVACIÓN (POST TEST)	Nunca	0	0,0%	0	0,0%
	Casi Nunca	11	37,9%	4	13,8%
	A veces	18	62,1%	9	31,0%
	Casi siempre	0	0,0%	14	48,3%
	Siempre	0	0,0%	2	6,9%

Figura 20

Distribución porcentual post test de la dimensión Motivación



Nota: Tabla 18

Interpretación:

Sobre la motivación se estimó en los jóvenes del control que el 62,1% respondió a veces, otro 37,9% adujo casi nunca, mientras que en los estudiantes del experimental se halló un 13,8% que marco casi nunca, el 31,0% indico a veces, otro 48,3% eligió responder casi siempre y el 6.9% menciono siempre.

Se aprecia en los datos de la figura que antecede que los jóvenes de control no tuvieron mejoras en su aprendizaje, mientras que en los estudiantes del experimental se aprecia que hubo logros significativos es por ello que este grupo de alumnos, tienen interés por aprender a optimizar procesos ya que indican que tienen una ilimitada disposición al uso de simuladores, a esto se suma que dichos grupos de alumnos, muestran satisfacción por aprender a diseñar procesos con dicho tutorial del MetSim, en dicho contingente de estudiantes ya no requieren de una mejor orientación sobre el aprendizaje dinámico que emite dicho recurso instructivo de diseños, a esto se suma que con frecuencia tienen participación activa en esta asignatura, es así que en estos jóvenes aducen que el uso del simulador despierta su interés por aprender los procesos metalúrgicos es por esto que prefieren aprender los procesos metalúrgicos con simulaciones antes que solo con demostraciones teóricas, en estos estudiantes se aprecia que se sienten satisfechos haber aprendido los procesos metalúrgicos utilizando el simulador, en consecuencia por conocimiento de este sistema consideran que el uso del simulador hace el aprendizaje más atractivo y dinámico, puesto que no necesitan de una orientación mejor para aplicar el simulador MetSim para optimizar procesos y diseñar plantas metalúrgicas.

5.1.3. Comparación de resultados totales del pre test y post test

Con la finalidad de tener un mejor panorama de lo investigado a continuación se muestra los resultados de ambos grupos, esto para poder apreciar los cambios en el aprendizaje del uso de este simulador metalúrgico, de ambos grupos de estudiantes, el cual se muestra a continuación.

Tabla 19

Grupo control: resultados totales del pre y post test

ALUMNOS	DIMENSIONES (G. CONTROL)												*PUNTAJE* TOTAL		
	Percepción			Comprensión Teórica			Habilidades Practicas			Motivación					
	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G
Alumno 1	6	9	**3**	8	14	**6**	9	11	**2**	5	11	**6**	28	45	**17**
Alumno 2	6	10	**4**	10	12	**2**	11	9	**-2**	8	14	**6**	35	45	**10**
Alumno 3	10	11	**1**	13	10	**-3**	10	11	**1**	8	10	**2**	41	42	**1**
Alumno 4	8	12	**4**	8	7	**-1**	9	9	**0**	8	11	**3**	33	39	**6**
Alumno 5	7	9	**2**	10	9	**-1**	11	14	**3**	10	7	**-3**	38	39	**1**
Alumno 6	8	11	**3**	9	8	**-1**	7	12	**5**	8	12	**4**	32	43	**11**
Alumno 7	7	18	**11**	12	15	**3**	8	7	**-1**	7	9	**2**	34	49	**15**
Alumno 8	10	9	**-1**	8	9	**1**	8	9	**1**	10	13	**3**	36	40	**4**
Alumno 9	9	9	**0**	8	11	**3**	12	11	**-1**	9	11	**2**	38	42	**4**
Alumno 10	7	9	**2**	8	12	**4**	8	9	**1**	8	11	**3**	31	41	**10**
Alumno 11	10	13	**3**	11	11	**0**	12	14	**2**	7	14	**7**	40	52	**12**
Alumno 12	10	11	**1**	8	13	**5**	7	13	**6**	6	9	**3**	31	46	**15**
Alumno 13	8	10	**2**	10	8	**-2**	8	12	**4**	7	11	**4**	33	41	**8**
Alumno 14	9	15	**6**	10	10	**0**	10	12	**2**	12	13	**1**	41	50	**9**
Alumno 15	13	9	**-4**	13	11	**-2**	11	11	**0**	8	12	**4**	45	43	**-2**
Alumno 16	8	11	**3**	10	12	**2**	8	14	**6**	8	13	**5**	34	50	**16**
Alumno 17	10	12	**2**	10	11	**1**	6	12	**6**	7	10	**3**	33	45	**12**
Alumno 18	11	14	**3**	13	10	**-3**	9	8	**-1**	7	10	**3**	40	42	**2**
Alumno 19	10	15	**5**	13	10	**-3**	8	5	**-3**	7	11	**4**	38	41	**3**
Alumno 20	8	14	**6**	10	11	**1**	8	13	**5**	7	14	**7**	33	52	**19**
Alumno 21	11	10	**-1**	12	9	**-3**	9	7	**-2**	10	7	**-3**	42	33	**-9**
Alumno 22	10	12	**2**	9	10	**1**	9	12	**3**	10	14	**4**	38	48	**10**
Alumno 23	10	8	**-2**	9	11	**2**	11	13	**2**	8	13	**5**	38	45	**7**
Alumno 24	11	11	**0**	11	16	**5**	11	12	**1**	9	13	**4**	42	52	**10**
Alumno 25	12	11	**-1**	10	11	**1**	12	11	**-1**	14	8	**-6**	48	54	**6**
Alumno 26	6	12	**6**	8	10	**2**	7	10	**3**	7	8	**1**	28	47	**19**
Alumno 27	10	13	**3**	8	13	**5**	9	11	**2**	8	10	**2**	35	49	**14**
Alumno 28	7	8	**1**	8	9	**1**	9	12	**3**	7	9	**2**	31	47	**16**
Alumno 29	8	13	**5**	11	16	**5**	12	11	**-1**	10	13	**3**	41	56	**15**

A continuación, se muestran los resultados comparativos del post test, para ambos grupos en esta se aprecia que los jóvenes del control no mejoraron mientras que en los del experimental si hubo cambios, ya que en ellos se implementó el uso del simulador MetSim, en el diseño de plantas metalúrgicas.

Tabla 20

Grupo experimental: resultados totales del pre y post test

Alumnos	DIMENSIONES														
	Percepción			Comprensión teórica			Habilidades Practicas			Motivación			PUNTAJE TOTAL		
	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G	PET	POT	G
Alumno 1	8	15	7	7	18	11	8	19	11	9	15	6	32	67	35
Alumno 2	7	20	13	10	11	1	5	11	6	7	9	2	29	51	22
Alumno 3	10	15	5	10	20	10	10	16	6	10	14	4	40	65	25
Alumno 4	8	10	2	13	13	0	7	10	3	9	10	1	37	42	5
Alumno 5	15	15	0	12	10	1	11	12	1	13	17	4	51	50	-1
Alumno 6	10	15	5	9	18	9	9	15	6	7	13	6	35	61	26
Alumno 7	9	11	2	13	12	0	9	8	1	6	9	3	37	40	3
Alumno 8	9	16	7	14	17	3	11	18	7	7	19	12	41	70	29
Alumno 9	10	15	5	12	12	0	12	14	2	10	20	10	44	61	17
Alumno 10	12	13	1	9	15	6	8	14	6	8	15	7	37	57	20
Alumno 11	9	19	10	10	18	8	8	14	6	9	19	10	36	70	34
Alumno 12	10	17	7	11	14	3	9	13	4	7	16	9	37	60	23
Alumno 13	11	17	6	9	23	14	12	12	0	7	17	10	39	63	24
Alumno 14	9	17	8	7	20	13	8	18	10	7	23	16	31	78	47
Alumno 15	9	19	10	9	10	1	5	14	9	6	17	11	29	60	31
Alumno 16	11	14	3	8	6	2	9	10	1	9	8	1	37	38	1
Alumno 17	10	12	2	12	15	3	8	17	9	10	15	5	40	59	19
Alumno 18	9	16	7	7	20	13	8	17	9	8	16	8	32	69	37
Alumno 19	9	13	4	11	11	0	8	13	5	10	19	9	38	56	18
Alumno 20	9	13	4	11	15	4	9	14	5	14	16	2	43	58	15
Alumno 21	13	21	8	11	21	10	11	17	6	7	20	13	42	79	37
Alumno 22	8	19	11	13	21	8	11	21	10	8	20	12	40	81	41
Alumno 23	10	13	3	8	13	5	11	12	1	7	12	5	36	47	11
Alumno 24	12	12	0	10	11	1	7	9	2	9	11	2	38	41	3
Alumno 25	9	24	15	8	22	14	9	21	12	8	23	15	34	90	56
Alumno 26	8	19	11	12	17	5	10	21	11	7	19	12	37	76	39
Alumno 27	7	15	8	7	15	8	11	14	3	10	17	7	35	61	26
Alumno 28	11	17	6	9	16	7	8	15	7	9	13	4	37	61	24
Alumno 29	9	16	7	9	18	9	6	16	10	8	12	4	32	62	30

En el cuadro que antecede se aprecia los valores hallados para el grupo experimental en principal en la segunda evaluación puesto que hubo cambios en las puntuaciones de los estudiantes, ya que en estos se trabajó con el recurso tecnológico del uso del simulador MetSim.

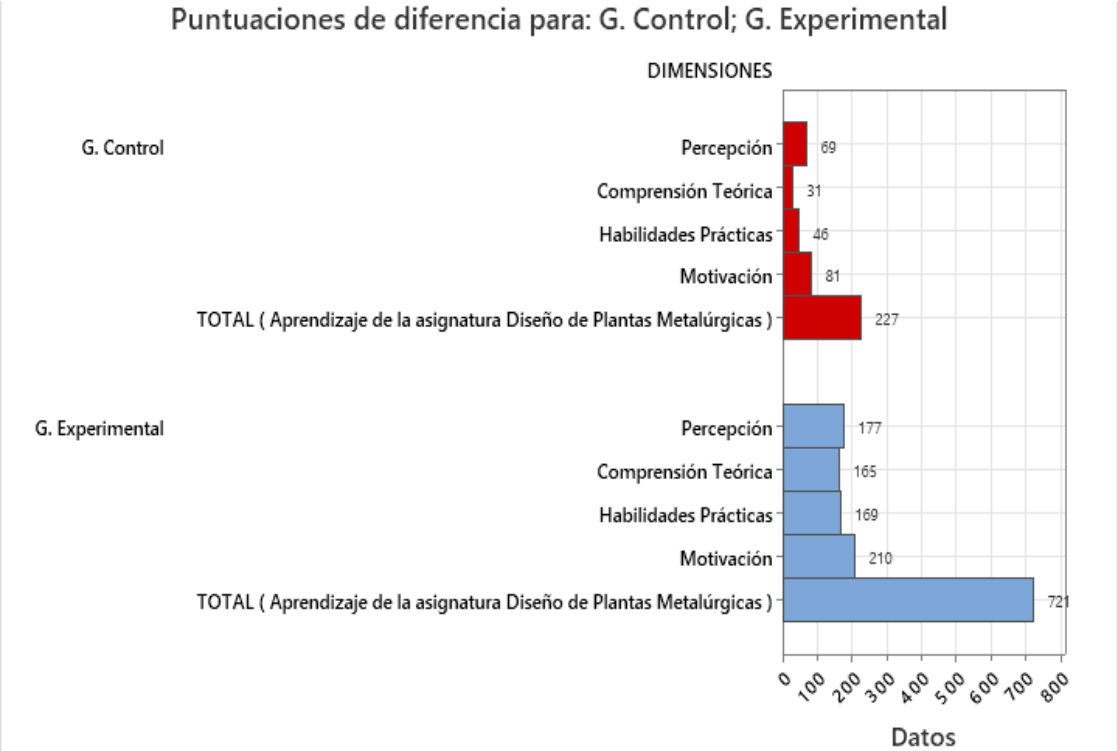
Tabla 21

Cuadro de incremento y diferencias de puntos para el grupo control y experimental en el pre y post test.

DIMENSIONES	P. MÁXIMA	GRUPO CONTROL PRE TEST	POST TEST	DIFERENCIA	%	GRUPO EXPERIMENTAL PRE TEST	POST TEST	DIFERENCIA	%
Percepción	725	260	329	**69**	9.5	281	458	**177**	24.4
Comprensión Teórica	725	288	319	**31**	4.2	291	456	**165**	22.7
Habilidades Prácticas	725	269	315	**46**	6.3	258	427	**169**	23.3
Motivación	725	240	321	**81**	11.1	246	456	**210**	28.9
TOTAL (Aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas)	2900	1057	1284	**227**	7.8	1076	1797	**721**	24.8

Figura 21

Incrementos totales de puntos para el grupo de control y grupo experimental.



Nota: SPSS V.27

La ratio que antecede muestra las puntuaciones totales de ambos contingentes de estudio de la respectiva indagación, donde se aprecia que en el grupo de control no hubo mejoras en el aprendizaje de diseño de plantas metalúrgicas, del cual el porcentaje estimado en total es de ocho por ciento aproximadamente, es decir que no hubo diferencia significativa con el primer

examen, a diferencia de esto se observa en los estudiantes del experimental, que hubo un progresivo aumento en sus puntuaciones totales, ya que con ellos se trabajó con el simulador MetSim, es así que en el pre test en total se obtuvo 1076 puntos, mientras que en el post test esta subió hasta 1797 puntos mostrando una diferencia de 721 puntos que en porcentaje resulta un 24,8% de éxito al implementar esta nueva forma de enseñar, del cual se observa que hubo éxito al trabajar con esta herramienta del simulador MetSim, para el diseño de plantas metalúrgicas en estos estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica, a esto se adjunta que en la dimensión, percepción, en el primer examen se obtuvo 281 puntos, mientras que en el segundo examen esta subió hasta 458 puntos, con un incremento de 177 puntos arrojando el 24,4% de mejora en esta habilidad de aprendizaje, por otro lado en lo referente a la segunda dimensión se halló en la evaluación diagnostica, 291 puntos, mientras que en la final se halló 456 puntos donde esta subió en 165 puntos mostrando un 22,7% de logro en esta dimensión, por otro lado en lo que es habilidades prácticas, en la evaluación de entrada se halló 258 puntos, y en la de salida esta se incrementó hasta 427 puntos con una diferencia de 169 puntos que en porcentaje resulta el 23,3% de logro en esta habilidad en los estudiantes, por último en lo que es la cuarta dimensión en estos alumnos en la pre test se obtuvo 246 puntos mientras que en el post test esta subió hasta 456 puntos con un incremento de 210 puntos que en porcentaje muestra el 28,9% de éxito de trabajar con la herramienta pedagógica del simulador MetSim.

5.2. Prueba de hipótesis.

5.2.1. Prueba de hipótesis para igualdad de medias en el post test para los dos grupos.

En esta parte se muestran la prueba de hipótesis de ambos grupos del control y experimental, para poder observar la diferencia de medias entre ambos grupos, esto para distinguir si existe variación en el calificativo de dichos contingentes de análisis, para lo cual se plantean las siguientes inferencias.

a). - Planteamiento de las hipótesis estadísticas.

Hipótesis Nula (H_0)

No existe diferencias significativas de las medias entre el grupo de control y el grupo experimental luego de utilizar el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC – Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

Existe diferencias significativas de las medias entre el grupo de control y el grupo experimental luego de utilizar el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC – Cusco.

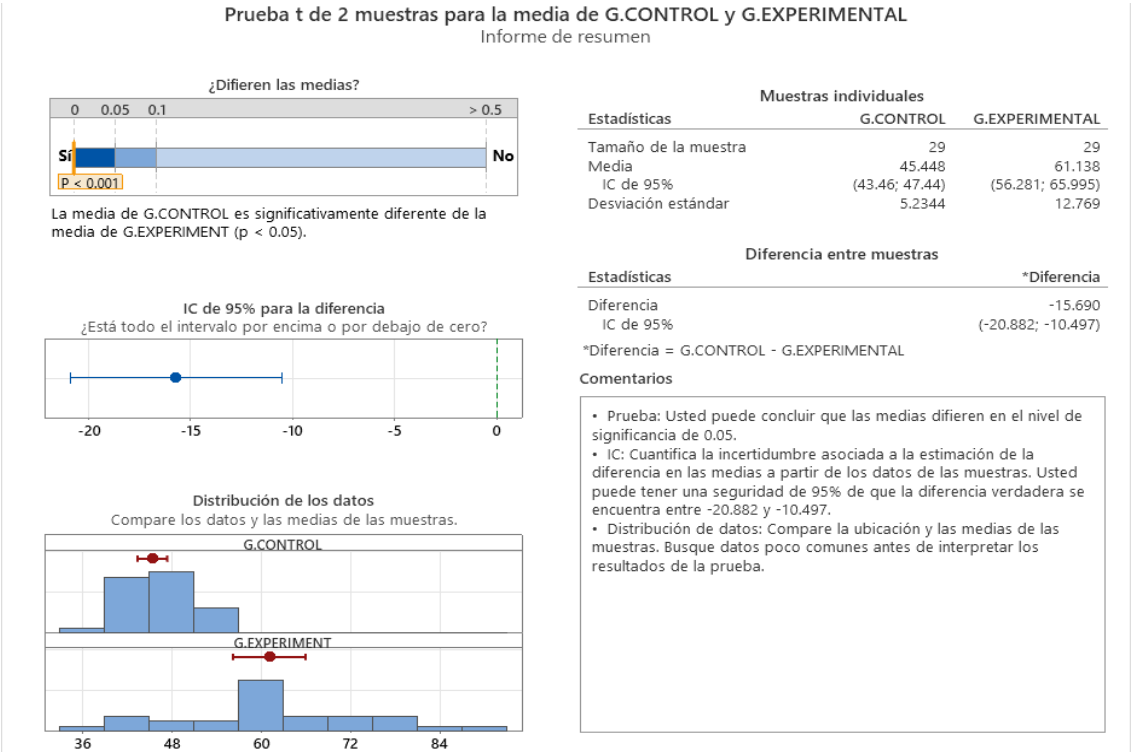
b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

Tabla 22.



Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

Los datos que anteceden del cuadro muestran, que hay diferencia significativa entre los promedios, del aula de control y el aula experimental, en base a esto se concluye que Existe diferencias significativas de las medias entre el grupo de control y el grupo experimental luego de utilizar el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

5.2.2. Prueba de hipótesis general

El uso de este aplicativo tecnológico del simulador MetSim fue desarrollado en talleres de enseñanza aprendizaje en los estudiantes del grupo experimental, es a partir de esto que el análisis inferencial se efectuó con estos jóvenes, en donde se utilizó para este caso el estadístico T de Student, cuyos resultados se muestran más adelante

a) Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

El Simulador MetSim no influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

El Simulador MetSim influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

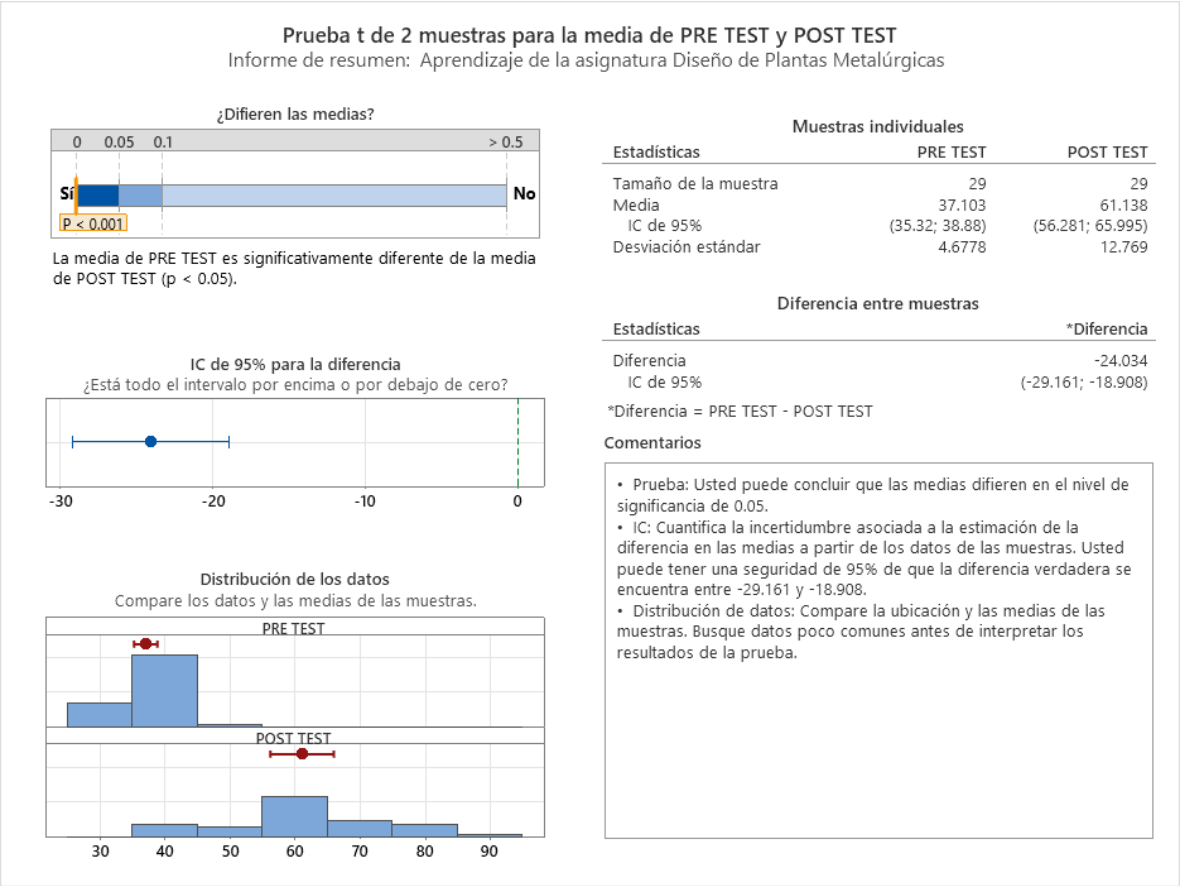
b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

Tabla 23.



Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

De los valores encontrados en el cuadro anterior donde se aprecia la diferencia de medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente se aprecia que hay un nivel de significancia relevantes del cual se concluye que, El Simulador MetSim influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

5.2.3. Prueba de hipótesis específicas

Para el caso de los supuestos hipotéticos específicos, también se recurrió al modelo estadístico t de Student, cuyas estimaciones se muestran a continuación.

A.- Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 01

a) Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

El Simulador MetSim no influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

El Simulador MetSim influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

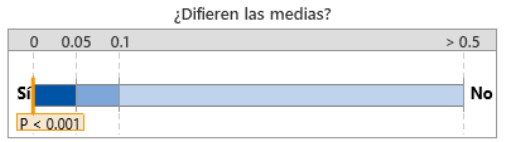
c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

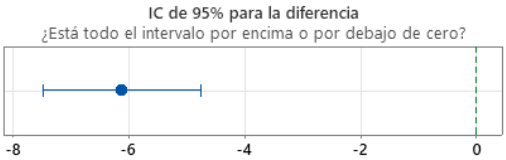
Tabla 24.

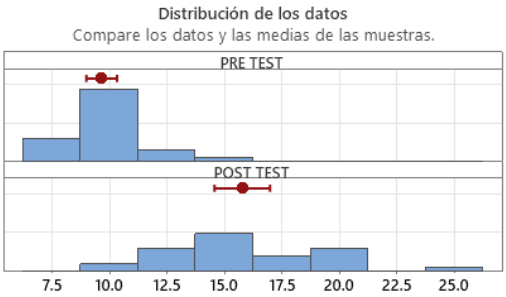
Prueba t de 2 muestras para la media de PRE TEST y POST TEST

Informe de resumen : Percepción



La media de PRE TEST es significativamente diferente de la media de POST TEST (p < 0.05).





Muestras individuales

Estadísticas	PRE TEST	POST TEST
Tamaño de la muestra	29	29
Media	9.6897	15.793
IC de 95%	(9.022; 10.36)	(14.584; 17.002)
Desviación estándar	1.7547	3.1778

Diferencia entre muestras

Estadísticas	*Diferencia
Diferencia	-6.1034
IC de 95%	(-7.4629; -4.7440)

*Diferencia = PRE TEST - POST TEST

Comentarios

- Prueba: Usted puede concluir que las medias difieren en el nivel de significancia de 0.05.
- IC: Cuantifica la incertidumbre asociada a la estimación de la diferencia en las medias a partir de los datos de las muestras. Usted puede tener una seguridad de 95% de que la diferencia verdadera se encuentra entre -7.4629 y -4.7440.
- Distribución de datos: Compare la ubicación y las medias de las muestras. Busque datos poco comunes antes de interpretar los resultados de la prueba.

Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

De los valores encontrados en el cuadro anterior donde se aprecia la diferencia de medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente se aprecia que hay un nivel de significancia relevantes del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

B.- Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 02

a) Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

El Simulador Metsim no influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

El Simulador MetSim influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

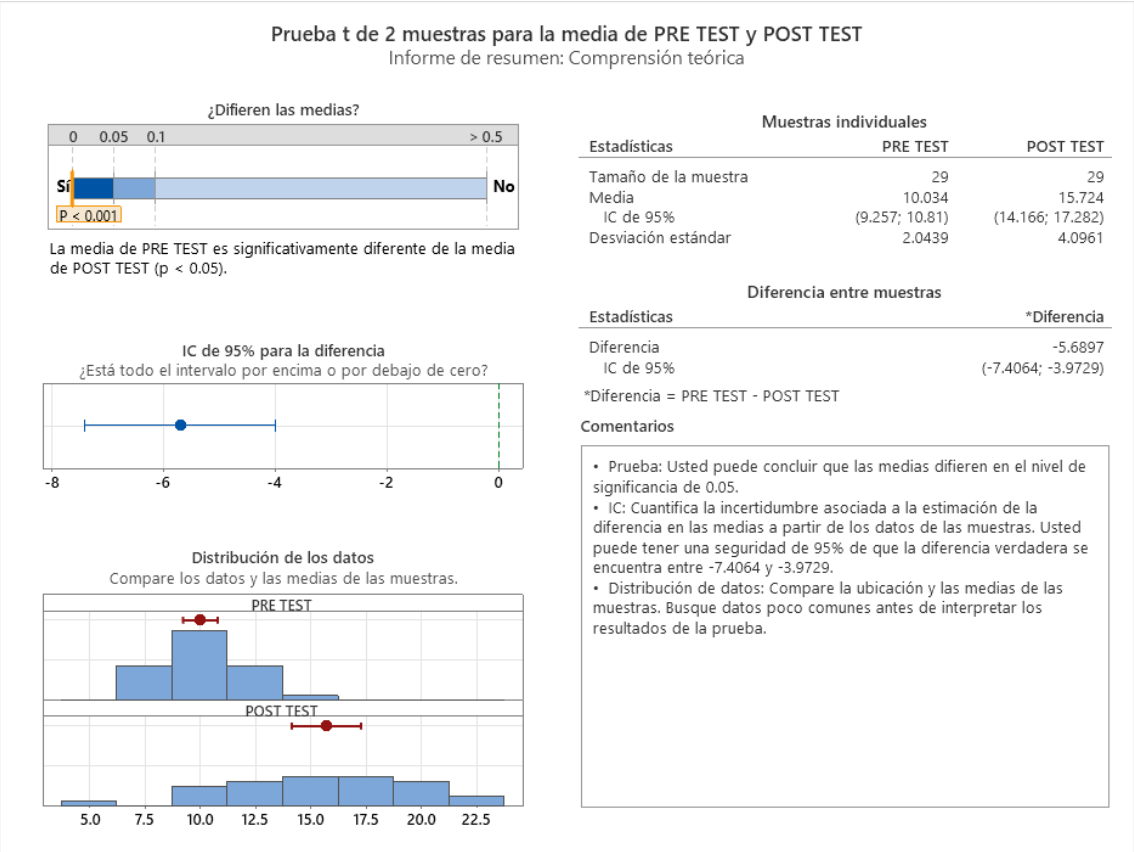
b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

Tabla 25.



Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

De los valores encontrados en el cuadro anterior donde se aprecia la diferencia de medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente se aprecia que hay un nivel de significancia relevantes del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

C.- Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 03

a) Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

El Simulador MetSim no influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

El Simulador MetSim influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

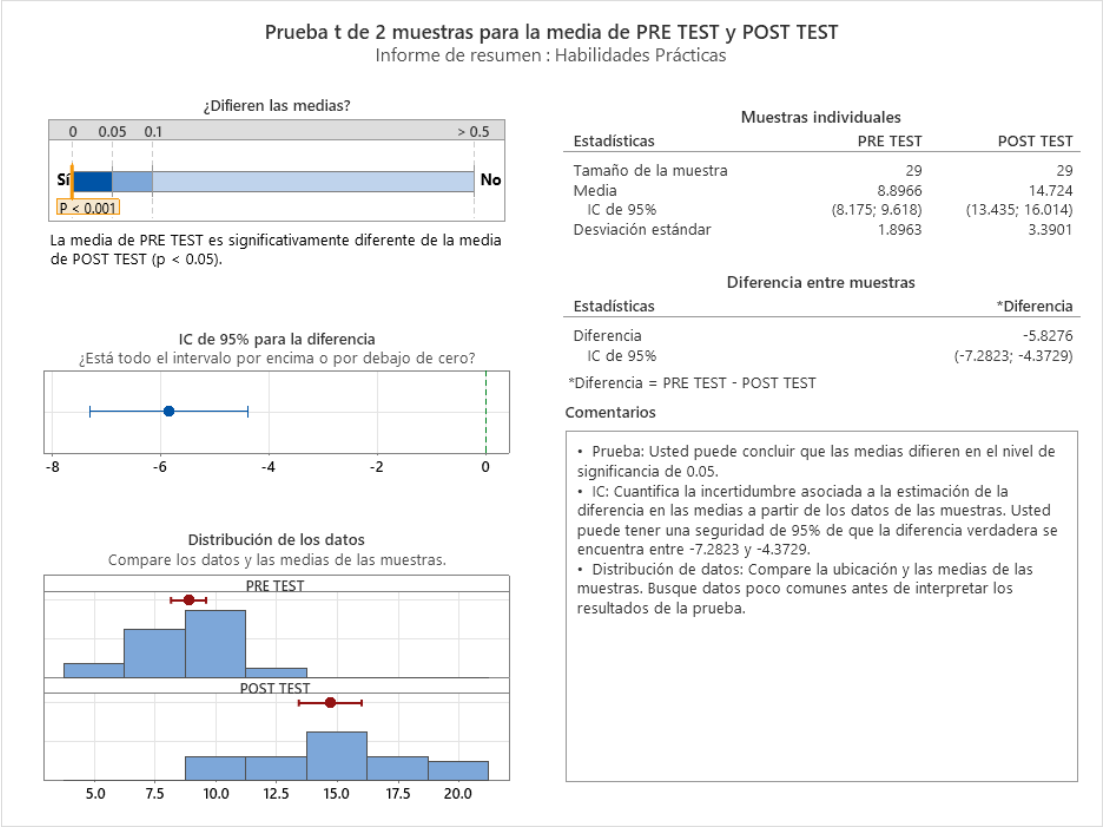
b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

Tabla 26.



Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

De los valores encontrados en el cuadro anterior donde se aprecia la diferencia de medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente se aprecia que hay un nivel de significancia relevantes del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

D.- Análisis e interpretación para la Hipótesis Especifica N° 04

a) Planteamiento de la Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

El Simulador MetSim no influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

Hipótesis alterna (H_1)

El Simulador MetSim influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

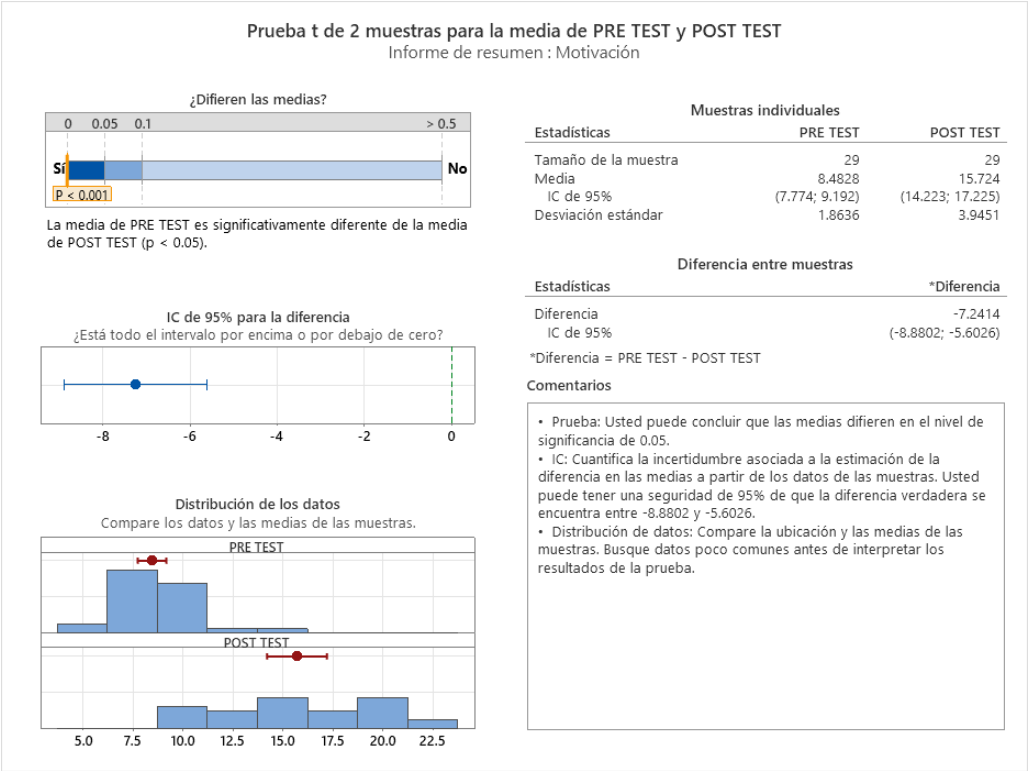
b) Nivel de significancia (alfa):

α=5% = 0,05

c) Prueba Estadística

En este caso se recurrió al estadístico t de student.

Tabla 27.



Prueba t de 2 muestras para la media de PRE TEST y POST TEST
Informe de resumen : Motivación

¿Difieren las medias?

La media de PRE TEST es significativamente diferente de la media de POST TEST (p < 0.05).

IC de 95% para la diferencia
¿Está todo el intervalo por encima o por debajo de cero?

Distribución de los datos
Compare los datos y las medias de las muestras.

Muestras individuales

Estadísticas	PRE TEST	POST TEST
Tamaño de la muestra	29	29
Media	8.4828	15.724
IC de 95%	(7.774; 9.192)	(14.223; 17.225)
Desviación estándar	1.8636	3.9451

Diferencia entre muestras

Estadísticas	*Diferencia
Diferencia	-7.2414
IC de 95%	(-8.8802; -5.6026)

*Diferencia = PRE TEST - POST TEST

Comentarios

- Prueba: Usted puede concluir que las medias difieren en el nivel de significancia de 0.05.
- IC: Cuantifica la incertidumbre asociada a la estimación de la diferencia en las medias a partir de los datos de las muestras. Usted puede tener una seguridad de 95% de que la diferencia verdadera se encuentra entre -8.8802 y -5.6026.
- Distribución de datos: Compare la ubicación y las medias de las muestras. Busque datos poco comunes antes de interpretar los resultados de la prueba.

Nota: SPSS V.27

d) Conclusión

De los valores encontrados en el cuadro anterior donde se aprecia la diferencia de medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente se aprecia que hay un nivel de significancia relevantes del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco.

DISCUSIÓN

En los últimos años en las redes sociales, así como el internet aparecieron aplicativos y tutoriales de diferentes APPS, de enseñanza aprendizaje a los estudiantes, donde se muestran, recursos educativos que pueden ser utilizados por los maestros, es desde allí que en esta indagación se pretende observar, cómo influye el Simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, en esta ocasión para tener mejores indicios de este proceso investigativo se diseñó un instrumento de recojo de información el cual sirvió como pre y post test respectivamente que fue aplicado a los estudiantes de la respectiva investigación, es así que los resultados más relevantes se describen en los párrafos más adelante.

Se inició con la aplicación del pre test para ver en qué condiciones se encuentran estos estudiantes, es así que, en las tablas siete y ocho, tanto en el grupo control como en el grupo experimental el promedio total estimado fue de treinta y siete puntos aproximadamente, calificativo que muestra que dichos estudiantes desconocen sobre los beneficios o utilización del simulador MetSim; a esto se suma lo estimado en la dimensión percepción donde la tabla nueve muestra que el 82,8% de los jóvenes de control y un 75,9% de los estudiantes del experimental adujeron casi nunca, es decir que estos alumnos, dificultan en la comprensión del proceso de conminución, así como también en la interpretación de resultados, por otro lado, en dichos estudiantes también se aprecia que muy poco toman decisiones, acertadas, el cual no deducen el realismo de la simulación lo que les dificulta en relacionar procesos, en dichos

estudiantes también se aprecia que muy poco comprenden el proceso de la metalurgia extractiva según los diagramas mostrados en el simulador, donde requieren de mejor orientación del docente para interpretar adecuadamente los resultados del proceso de conminución, a esto se adiciona lo encontrado en la tabla diez respecto a la segunda dimensión donde, el 69,0% de los estudiantes de control y el 58,6% de los alumnos del experimental adujeron casi nunca es decir que, los estudiantes, desconocen de los conceptos básicos del simulador MetSim, así como de sus etapas de proceso, en dichos contingentes de estudiantes se aprecia que no distinguen las variables del proceso y su respectiva interpretación, a esto se suma que los alumnos de esta escuela profesional que requieren de mejor orientación del maestro para determinar el objetivo principal del proceso de conminución para reducir el tamaño de partícula, así como la secuencia correcta del proceso de conminución es: chancado – molienda – flotación, así mismo en lo que es habilidades prácticas, en la tabla once se obtuvo que los chicos del control el 69,0% adujo casi nunca, mientras que en los jóvenes del experimental el 65,5% opto por responder lo mismo del cual demuestran que estos estudiantes, muy poco cuentan con precisión en la ejecución de procedimientos simulados, así como en la transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio, en estos contingentes se percibe que muy poco cuentan con la capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado y además requieren de ayuda del maestro para la resolución de situaciones críticas, es decir que estos estudiantes muy poco pueden determinar si en una planta, el chancador primario está recibiendo más mineral del previsto, 1500 t/h cuando su capacidad óptima es 1200 t/h., Por otro lado en estos estudiantes se observa que desconocen si el molino de bolas está consumiendo demasiada energía sin lograr una mejora significativa en la finura del producto. ¿Sera consecuencia de la alimentación gruesa?, a esto se adiciona que los jóvenes no cuentan con la capacidad para ver si el exceso de carga en el sistema de transporte de mineral, producirá rotura de las fajas transportadoras, por otro lado, en lo referente a la cuarta dimensión en la tabla doce se encontró que el 89,7% de los estudiantes de control y el 93,1% de los del experimental mencionaron casi nunca, muy poco

tienen interés por aprender a optimizar procesos ya que indican que tienen una limitada disposición al uso de simuladores, a esto se suma que dichos grupos de alumnos, no muestran satisfacción por aprender a diseñar procesos con dicho tutorial del MetSim, en dichos contingentes de estudiantes requieren de una mejor orientación sobre el aprendizaje dinámico que emite dicho recurso instructivo de diseños, a esto se suma que muy poco tienen participación activa en esta asignatura, es así que en estos jóvenes aducen que el uso del simulador muy poco despierta su interés por aprender los procesos metalúrgicos es por esto que prefieren aprender los procesos metalúrgicos con simulaciones antes que solo con demostraciones teóricas. Frente a lo mencionado el investigador Monserrat (2024), Articulo científico "Integración de simuladores en la Educación Superior: un estudio sobre su impacto y desafíos en Ecuador", concluyó que la implementación de tecnologías educativas en comparación con Europa, Asia y Norteamérica que el uso de simuladores en una institución de educación superior privada en Bogotá, destacando su potencial para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante entornos interactivos de simuladores apoya el aprendizaje de los estudiantes pero requiere capacitación continua, permitiendo a los docentes personalizar la enseñanza y adaptarla a las necesidades individuales, al tiempo que identifican fortalezas y debilidades en los estudiantes y resalta que el creciente interés por integrar simuladores en la educación superior en Ecuador y América Latina. Esto implica que el uso de entonarnos virtuales es un desafío y se reconoce como el gran potencial de estas herramientas para personalizar y mejorar el aprendizaje, siempre que se garantice la capacitación docente continua.

Finalizado el proceso de la evaluación de entrada se procedió a desarrollar nuestros talleres utilizando nuestra herramienta pedagógica del simulador MetSim; en especial con los estudiantes del grupo experimental, para luego aplicar la segunda evaluación más conocida como post test, del cual, en las tablas, trece y catorce, como promedio en el grupo control se obtuvo 44 puntos, es decir que no hubo mejora, mientras que en el grupo experimental la media

estimada fue de 61 puntos, del cual se aprecia que dichos estudiantes mejoraron en su aprendizaje así mismo en la tabla quince referente a la percepción se halló que el 41,4% de los estudiantes del experimental, no dificultan en la comprensión del proceso de conminución, así como también en la interpretación de resultados, por otro lado, en dichos estudiantes se aprecia que pueden tomar decisiones, acertadas, el cual deducen el realismo de la simulación lo que les colabora en relacionar procesos, en dichos estudiantes también se aprecia que tienen habilidad para comprender el proceso de la metalurgia extractiva según los diagramas mostrados en el simulador, donde ya no requieren de orientación del docente para interpretar adecuadamente los resultados del proceso de conminución, así mismo en lo que respecta, a la segunda componente en la tabla dieciséis se obtuvo que el 34,5% de los jóvenes, tienen conocimiento de los conceptos básicos del simulador MetSim, así como de sus etapas de proceso, en dichos estudiantes se aprecia que distinguen las variables del proceso y su respectiva interpretación, a esto se suma que los alumnos de esta escuela profesional que ya no requieren de mejor orientación del maestro para determinar el objetivo principal del proceso de conminución para reducir el tamaño de partícula, así como la secuencia correcta del proceso de conminución es: chancado – molienda – flotación, en cuanto a la dimensión habilidades prácticas, en la tabla diecisiete se halló que el 27,6% de los alumnos, cuentan con precisión en la ejecución de procedimientos simulados, así como en la transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio, en estos contingentes se percibe que cuentan con la capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado y además ya no requieren de ayuda del maestro para la resolución de situaciones críticas, es decir que estos estudiantes ya pueden determinar si en una planta, el chancador primario está recibiendo más mineral del previsto, 1500 t/h cuando su capacidad óptima es 1200 t/h., Por otro lado en estos estudiantes de observa que conocen si el molino de bolas está consumiendo demasiada energía sin lograr una mejora significativa en la finura del producto. ¿Sera consecuencia de la alimentación gruesa?, por otro lado, en la tabla dieciocho respecto a la cuarta dimensión se halló que un 48,3% de los jóvenes

del experimental, tienen interés por aprender a optimizar procesos ya que indican que tienen una ilimitada disposición al uso de simuladores, a esto se suma que dichos grupos de alumnos, muestran satisfacción por aprender a diseñar procesos con dicho tutorial del MetSim, en dicho contingente de estudiantes ya no requieren de una mejor orientación sobre el aprendizaje dinámico que emite dicho recurso instructivo de diseños, a esto se suma que con frecuencia tienen participación activa en esta asignatura, es así que en estos jóvenes aducen que el uso del simulador despierta su interés por aprender los procesos metalúrgicos es por esto que prefieren aprender los procesos metalúrgicos con simulaciones antes que solo con demostraciones teóricas, en estos estudiantes se aprecia que se sienten satisfechos haber aprendido los procesos metalúrgicos utilizando el simulador. De los descrito, el investigador Pinilla (2022) en la tesis de maestría "Implementación de prácticas de laboratorio mediante el uso simuladores virtuales para el mejoramiento de la competencia "Uso comprensivo del conocimiento científico" en la asignatura ciencias-física" Colombia, manifiesta que; el desarrollo continuo de prácticas mediadas por simuladores virtuales. Asimismo, se recomienda ampliar la cantidad de prácticas para generar más datos, lo que permitiría profundizar en el análisis y mejorar la comprensión del tema de estudio, del mismo demuestra que la implementación de prácticas de laboratorio con simuladores virtuales mejora significativamente la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico. Como vemos la alta correlación obtenida respalda la efectividad de esta estrategia pedagógica, destacando su potencial para fortalecer el aprendizaje conceptual y promover futuras investigaciones en el área.

Culminado el análisis descriptivo de las dos evaluaciones aplicados a los dos grupos de estudiantes se procedió al análisis de la estadística descriptiva, recurriendo en esta oportunidad al estadístico T de student, es así que en la tabla veintiuno, en los estudiantes del grupo experimental en el pre test se halló, 1076 puntos en total, mientras que en el post test esta subió a 1797 puntos con una diferencia de 721 puntos que en porcentaje representa el 24,8% de éxito al trabajar con esta diseño del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye

significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, a esto se suma lo hallado en la tabla veinte donde se encontró que existe diferencia significativa entre los promedios de la primer y segunda evaluación respectivamente. Frente a lo mencionado el investigador Medrano (2023), en su tesis "Simulación quirúrgica como estrategia en el aprendizaje de habilidades técnicas en ciencias de la salud. Revisión sistemática 2018-2023". Indica que la simulación quirúrgica es altamente efectiva para mejorar el aprendizaje. Los resultados clave indican que: la simulación mejora significativamente las habilidades procedimentales y el desempeño técnico de los estudiantes, fomenta cuatro tipos de aprendizaje: cognitivo, procedimental, de interacción e interpersonal. La eficacia de la alta fidelidad muestra que el 70% de las publicaciones analizadas se centraron en simuladores de alta fidelidad, los cuales alcanzaron los puntajes más altos en la mejora del desempeño y en dimensiones como la cognitiva y la confianza. Finalmente se concluye que la simulación ofrece un ambiente seguro y realista, crucial para el aprendizaje significativo. Se recomienda que los docentes realicen más estudios sobre el uso de la simulación (tanto en habilidades técnicas como no técnicas) e implementen escenarios más realistas para fomentar el desarrollo de competencias procedimentales esenciales en todas las áreas de la salud.

Como vemos los simuladores influyen en el aprendizaje y resalta la efectividad de la simulación quirúrgica como estrategia clave para desarrollar habilidades técnicas en ciencias de la salud, así mismo mejoran significativamente el desempeño, la confianza y el aprendizaje integral de los estudiantes, en un entorno seguro y realista.

CONCLUSIONES

PRIMERA. – Se encontró que los estudiantes en especial del experimental están en la capacidad de diseñar trabajos en metalurgia, es por esto que se concluye que el Simulador MetSim influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, esto por los datos encontrados en la tabla veintiuno donde el pre test muestra en total 1076 puntos y en el post test esta sube a 1797 puntos con un incremento de 721 puntos que en porcentaje representa el 24,8% de éxito al trabajar con este simulador, así mismo en la figura veintiuno mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre el pre y post test respectivamente, debido a que los estudiantes superaron las diferentes dificultades presentadas durante el desarrollo de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas, mediante la aplicación del simulador MetSim.

SEGUNDA. - Se aprecia que luego del desarrollo de los talleres los estudiantes del experimental muestran una percepción loable sobre el uso del simulador metalúrgico, del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC – Cusco, esto por los resultados encontrados en la tabla veintiuno donde la primera evaluación muestra 281 puntos y en la segunda evaluación se halló 458 puntos con una diferencia de 177 puntos que en porcentaje muestra el 24,4% de logro al trabajar con este simulador, así mismo en la tabla veinticuatro mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente, debido a que los estudiantes ya toman decisiones acertadas demostrando habilidades para comprender e interpretar adecuadamente los resultados del diseño y dimensionamiento de los procesos de las plantas metalúrgicas.

TERCERA. – De los datos hallados luego de la segunda evaluación, se aprecia que los estudiantes cuentan con una capacidad de comprensión teórica sobre el diseño de plantas metalúrgicas, es desde allí que se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, esto por los resultados encontrados en la tabla veintiuno donde la evaluación diagnostica muestra 291 puntos y en la evaluación final se obtuvo 456 puntos con un incremento de 165 puntos que en porcentaje resulta el 22,7% de mejora al trabajar con dicho simulador, así mismo en la tabla veinticinco mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre la primera y segunda evaluación respectivamente, debido a que los estudiantes logran construir significados sobre los conceptos, principios, fundamentos y relaciones que conforman las características de un proceso metalúrgico.

CUARTA. – Luego de los talleres trabajados con este grupo de estudiantes se aprecia que tienen precisión al momento de ejecutar procedimientos de simulación metalúrgicas, entre otras actividades, es así que se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, esto por lo estimado en la tabla veintiuno donde la evaluación de entrada muestra 258 puntos y en la evaluación de salida se halló 427 puntos con una diferencia de 169 puntos que en porcentaje muestra el 23,3% de logro al trabajar con dicho simulador, así mismo en la tabla veintiséis mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre la evaluaciones de entrada y salida respectivamente, debido a que los estudiantes cuentan con precisión en la ejecución de procedimientos simulados, así como en la transferencia de habilidades virtuales a contextos

reales o de laboratorio mediante la ejecución de procedimientos, técnicas y actividades propias que implican la coordinación de conocimientos, destrezas y acciones para realizar tareas de manera, eficiente y segura de los procesos metalúrgicos.

QUINTA. – Se encontró que estos jóvenes del grupo experimental muestran un interés por aprender más con el uso de este simulador metalúrgico en su formación profesional, del cual se concluye que, el Simulador MetSim influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC Cusco, esto por lo estimado en la tabla veintiuno donde el pre test muestra 246 puntos y en el post test se estimó 456 puntos con una diferencia de 210 puntos que en porcentaje resulta el 28,9% de éxito al trabajar con dicho simulador, así mismo en la tabla veintisiete mediante el estadístico inferencial se aprecia que existe diferencia significativa de las medias entre el pre y post test respectivamente, debido a que los estudiantes muestran su disposición para aprender, esforzarse y persistir ante las dificultades, por las estrategias, didácticas, conocimientos previos, ambiente adecuado y materiales asignados para el desarrollo de las actividades sobre el diseño, dimensionamiento y simulación de procesos metalúrgicos,

SUGERENCIAS

PRIMERA: Se sugiere al Decano de la escuela profesional de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC - Cusco, Promover en sus docentes el desarrollo de proyectos similares a esta indagación y con ello obtener mejores aprendizajes en los estudiantes en su formación profesional.

SEGUNDA: Se sugiere a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC - Cusco, empoderarse de este proyecto de investigación y desarrollarlo con sus estudiantes, del cual romperá el trabajo teórico opinado por los estudiantes e implementara la función practica que muchos de dichos jóvenes piden en su formación profesional.

TERCERA: Se sugiere a toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC - Cusco, desarrollar proyectos de aprendizaje significativos utilizando herramientas tecnológicas similares al MetSim, el cual conllevara a tener mejor formación profesional en los estudiantes de esta escuela profesional.

CUARTA: Se sugiere a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC - Cusco, solicitar de manera alturada a los maestros el desarrollo de proyectos similares a este, y con esto obtener mejores aprendizajes en su formación profesional el cual les proyectara de manera positiva en la sociedad.

BIBLIOGRAFIA

Aranda, J. (2018). *Metodología del aprendizaje*. Ed. Litocolor: Paraguay-Paraguay.

Abdulwahed, M., & Nagy, Z. (2019). *The Effectiveness of Experiential Learning in Engineering Education: A Review.* European Journal of Engineering Education, 44(3), 345-358. https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1491745

Aliaga, G. (2020). *Material didáctico DOMIELECTRIC para el aprendizaje de circuitos eléctricos en estudiantes de la Institución Educativa San Ramón de Chanchamayo. Tarma – Perú.*

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View.* New York: Holt, Rinehart and Winston.

Andrade, M. (2023). *Aplicaciones virtuales como herramientas para la instrucción práctica en laboratorios de electrotecnia.* Tesis, Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

Boylestad, R, y Nashelky, L. (2010). *Electrónica: Teoría de circuitos y Dispositivos electrónicos.* Ed. Pearson.

Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). *User Modeling 2007: Proceedings of the 9th International* Conference on User Modeling. Springer.

Caicedo, H. (2023). *La ciencia del aprendizaje y de la enseñanza*. Ed. Ediciones de la U Ltdas: Cataluña-España.

Coaguila, E. (2019). *La Estrategia Softboard en la Resolución de Problemas de Circuitos Eléctricos en las Estudiantes de 5to de Secundaria de la IE Santa Rosa de Viterbo,*

Arequipa 2018. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa–Perú. https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/281ec5f0-3c76-4d35-b811-d7de22ed8ec5/content

Deci, E., L., & Ryan, R., M. (2000). *The what and why of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior.* Psychological Inquiry, 11(4), 227-268.

Fontallinas, J. (2023). *Proceso de aprendizaje*. Ed. Ocronos.

Flavell, J. H. (1985). *Cognitive Development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. Floyd, T. (2018). *Dispositivos Electrónicos*. Ed. Pearson.

Gonzales, M. (2015). *Dispositivos electrónicos*. Ed. Universidad de la Plata.

Iradi-Mateo, M. (2019). *Metodología Flipped Classroom aplicada a circuitos eléctricos en Tecnología de 2º de E.S.O.* REUNIR. https://reunir.unir.net/handle/123456789/8181

Kolb, D. A., & Kolb, A. Y. (2017). *The Learning Way: Meta-Cognitive Aspects of Experiential Learning.* In The Oxford Handbook of Lifelong Learning (pp. 1-20).OxfordUniversityPress.https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190277764.013.12

Lluleima, M. (2023). *Utilización del software Multisim en el aprendizaje de circuitos eléctricos aplicado a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa "José*

María Román". Tesis, Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. Malvino, A, & Bates, D. (2015). *Principios de Electrónica.* Ed. Mc Graw Hill.

Moreno, Y. (2019). Influencia del software Crocodile V3.5 en la enseñanza aprendizaje de circuitos eléctricos, en los estudiantes de segundo de bachillerato de la unidad educativa FAE N°1, en el periodo 2018-2019. Quito: UCE.

Negrete, J. (2020). *Estrategias para el aprendizaje.* Ed. Trillas.

Pajares, G., Herrera, P., y Besada, E (2022). *Aprendizaje profundo.* Ed. RC.

Papert, S., & Harel, I. (2020). *Constructionism. In The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2nd ed., pp. 227-244). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316821836

Pérez, R. (2021). El software como apoyo didáctico en la enseñanza de la electrónica digital en la educación superior en México. Journal of Education and Culture, 10(45):2–80. https://doi.org/10.46652/runas.v2i3.45.

Reyma, J. (2020). *Fundamentos del aprendizaje.* Ed. Trillas.

Safont, V. (2022). *Eleckt (AR), aplicación para el aprendizaje de circuitos eléctricos básicos y sus componentes mediante realidad virtual.* Tesis Universitat Oberta de Catalunya.

Sáenz, E. (2023). *Invitación al aprendizaje*. Ed, Somos B.

Tarquino, A. (2019). *Electrónica: Dispositivos y aplicaciones*. Ed. Pearson. Vygotsky, L.S., & van der Veer, R. (2020). *The Social Formation of Mind.* In The Cambridge Handbook of Sociocultural Psychology (pp. 15-34). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108558235

Cabero-Almenara, J. y Costas J. (2017) *La utilización de simuladores para la formación de los alumnos.* Prisma Social http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353749552015)

Camacho-Peña A. G. y Medina-Chicayza P. (2022). Simuladores virtuales para la transferencia de conocimientos sobre números enteros. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 4*(6), 236-246.

Carrión-Paredes, F. A. et al. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *Revista Científica Interdisciplinaria de Humanidades, Educación Ciencia y Tecnología. 6*(3). DOI 10.35381/cm.v6i3.396

Contreras-Gelves, G. A. et al. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2*(1)

Cornejo-Casco, B. J. et al. (2023). Simulador PhET para demostrar ecuación de continuidad con enfoque diferencial e integral incluyendo vectores. *Revista Chilena de Educación Científica. 24*(1). 14-35

Cuicas-Ávila, M. et al. (2007). El Software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación". 7*(2). 1-34.

Linares-Flores-Castro, M. R. et al. (2022). Aceptación tecnológica del uso de simuladores para entrenamiento en estudiantes de Ingeniería. *Revista Científica COMUNICAR.* 1(2). 861-868 https://doi.org/10.3916/Alfamed2022

Gonzales-Peñafiel, A. et al. (2018). Aprendizaje basado en simulación y el aporte a las teorías educativas. *Revista ESPACIOS.* 39(20). 37.

Lion C. (2018). Los simuladores. Su potencial en la enseñanza universitaria. *Cuaderno de investigación científica. 2*(12). 53-66. https://doi.org/10.18861/cied.2005.2.12.2754

Flores-Toala, J. M. et al. (2024). Integración de simuladores en la Educación Superior: Un estudio sobre su impacto y desafíos en Ecuador. *Revista científica Polo del Conocimiento. 9*(7). 3048-3060 DOI: 10.23857/pc.v9i7.7729

Vidal-Ledo J. M. et al. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista de Educación Médica Superior Cubana 33*(4). 37-49

Briceño, H. M. (2022). *Simuladores interactivos y proceso de enseñanza aprendizaje en estudiantes de enfermería de un instituto, Mollendo, Piura 2022.* [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Tesis UCV.

Marmanillo, M. C. (2022). *Simuladores virtuales y logro de competencias en estudiantes de la carrera de mecatrónica en un instituto tecnológico, Cusco –2022.* [Tesis de Maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Tesis UCV.

Pasco-Vidal, J. L. y Celestino-Ponciano, J. P. (2023). *Simuladores virtuales y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje en alumnos de un IST público provincia huaraz-2022.* [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI].

Torre, R. D. (2023). *Estrategia metodológica para desarrollar competencias en simuladores virtuales en el curso de tecnología de manufactura en una Universidad Privada de Lima.* [Tesis de Maestría, Universidad San Ignacio de Loyola]. Tesis USIL

Mercado, L. M. (2022). *Simuladores virtuales y aprendizaje de estática en estudiantes de educación secundaria de la Institución Educativa Santa Ana, Chanchamayo.* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Tesis UNCP.

Rivera, K. R. (2023). *La simulación clínica como estrategia de aprendizaje de la atención de parto en la Escuela Profesional de Obstetricia de la Universidad Andina del Cusco, 2023.* [Tesis de Maestría, Universidad Andina del Cusco]. Tesis UAC.

Cuchillac, V. M. (2024). Simuladores Virtuales: Análisis de Experiencias de Aprendizaje. *Revista Realidad y Reflexión Universidad Francisco Gavidia, El Salvador. 1*(59). 159-177

Esteban, M. (2002). Diseño de entornos de aprendizaje constructivista. *Revista de educación a distancia RED. 2*(6). https://revistas.um.es/red/article/view/25321

Garcia-Martinez, V. et al. (2021). Revaloración del juego como estrategia de enseñanza, experiencia de los amigos en la clase mágica. *Revista de curriculum y formación del profesorado 25*(1). 251-270. DOI: 1030827/profesorado.v25i3.8683

Urquidi-Martin, A. C. et al. (2014). Aprendizaje a través de juegos de simulación: un estudio de los factores que determinan su eficacia pedagógica. *Revista electrónica de tecnología educativa EDUTEC. 1*(47). http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec47/n47_Urquidi-Calabor.html

IUPSM Simulación, Investigación de operaciones. https://iupsmsimulacion.wordpress.com/campos-de-aplicacion-de-la-simulacion/

ANEXOS

Anexo 1 *Matriz de Operacionalización*

INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026					
VARIABLE	**DEFINICION DE CONCEPTOS**	**DEFINICION OPERACIONAL**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**	**VALORACION FINAL**
Variable Independiente Simulador MetSim	Son herramientas que permiten a los estudiantes vincular los conceptos teóricos aprendidos en el aula con su aplicación en un entorno virtual que simula situaciones de la vida real (Camacho & Medina-Chicaiza, 2022)	Los simuladores fortalecen el aprendizaje práctico y la toma de decisiones técnicas. en la simulación de procesos, mejora la comprensión teórica, reduce errores en prácticas reales y permite una mejor percepción sobre su utilidad en la formación profesional. Se obtendrá los resultados a través de la técnica de la observación con instrumento la entrevista; la encuesta y su instrumento, el cuestionario	Interactividad Realismo y fidelidad Accesibilidad y usabilidad Funcionalidad pedagógica Impacto	➢ Nivel de interactividad estudiante-simulador ➢ Tipo de respuesta del sistema ante las acciones del estudiante ➢ Calidad gráfica y representación visual ➢ Precisión en la simulación de experimentos ➢ Uso de tecnologías inmersivas (realidad virtual) ➢ Facilidad de navegación e interacción en el entorno educativo ➢ Adaptabilidad a diferentes niveles ➢ Compatibilidad con plataformas de aprendizaje ➢ Disponibilidad de recursos educativos ➢ Mejora en la comprensión de conceptos complejos ➢ Desarrollo de habilidades prácticas y resolución de problemas	Escala de Likert

Variable Dependiente Aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas	El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras. Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983 :18)	El proceso de enseñanza en el contexto del simulador MetSim, se define como una interacción dinámica entre el docente, el estudiante y la herramienta computacional, con el objetivo de desarrollar competencias en el modelado, análisis y optimización de procesos metalúrgicos e industriales. Este proceso se caracteriza por ser **práctico, contextualizado y orientado a la resolución de problemas reales** sobre situaciones mediante la experimentación virtual con variables de operación, análisis de balances de masa y energía, y evaluación del desempeño de sistemas industriales, favoreciendo el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el aprendizaje significativo.	- Percepción. - Comprensión teórica. - Habilidades prácticas. - Motivación	➢ Comprensión del proceso de conminución ➢ Interpretación de resultados. ➢ Toma de decisiones. ➢ Realismo de la simulación. ➢ Utilidad en el aprendizaje. ➢ Relacionar procesos ➢ Concepto básico. ➢ Etapas del proceso ➢ Variables del proceso ➢ Interpretación ➢ Simulación. ➢ Precisión en la ejecución de procedimientos simulados. ➢ Transferencia de habilidades virtuales a contextos reales o de laboratorio. ➢ Capacidad para tomar decisiones técnicas dentro del entorno simulado. ➢ Resolución de situaciones criticas ➢ Optimización mediante simulación ➢ Interés por aprender a optimizar procesos ➢ Disposición al uso de simuladores ➢ Satisfacción por aprender a diseñar procesos ➢ Aprendizaje dinámico ➢ Participación activa	Escala de Likert (1) nunca. (2) casi nunca. (3) a veces. (4) casi siempre. (5) Siempre.

Anexo 2 *Matriz de consistencia*

TITULO: INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026							
FORMULACION DEL PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLES**	**DIMENSIONES**	**DISEÑO DE INVESTIGACION**	**TECNICAS E INSTRUMENTOS**	**ANÁLISIS DE DATOS**
GENERAL ¿Cómo influye el Simulador METSIM en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO 2026? **ESPECÍFICO** **1.** ¿Cómo influye el simulador METSIM en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026? **2.** ¿Cómo influye el Simulador METSIM en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026? **3.** ¿Cómo influye el uso del Simulador METSIM en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026? **4.** ¿Cómo influye el uso del Simulador METSIM en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026?	**GENERAL.** Determinar la influencia del Simulador METSIM en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **ESPECIFICOS:** **1.** Determinar cómo influye el simulador METSIM en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **2.** Determinar cómo influye el simulador METSIM en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **3.** Determinar cómo influye el Simulador METSIM en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **4.** Determinar cómo influye el Simulador METSIM en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.	**GENERAL** El Simulador METSIM influye significativamente en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **ESPECIFICOS** **1.** El Simulador METSIM influye significativamente en la percepción de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **2.** El Simulador METSIM influye significativamente en la comprensión teórica de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **3.** El Simulador METSIM influye significativamente en el desarrollo de habilidades prácticas de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026. **4.** El Simulador METSIM influye significativamente en la motivación de aprender la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de los estudiantes del 9no y 10mo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.	**INDEPENDIENTE** Simulador METSIM **DEPENDIENTE** Aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas.	**Interactividad** **Realismo y fidelidad** **Accesibilidad y usabilidad** **Funcionalidad pedagógica** **Impacto** **2 Percepción.** **3 Comprensión teórica.** **4 Habilidades prácticas.** **5 Motivación**	**TIPO** aplicado **NIVEL** explicativo **DISEÑO** Cuasiexperimental (pretest y póstest) Con el siguiente esquema: $GE: O_1 \quad X \quad O_3$ ---------- $GC: O_2 \quad == \quad O_4$ **POBLACIÒN** Estudiantes del 9° y 10° semestre **MUESTRA** Se utilizará el muestreo no probabilístico intensional 51 alumnos	**TECNICAS** - Encuesta - Prueba o test **INSTRUMENTOS** - Cuestionario - Escala de Likert	- SPSS

Anexo 3: *Instrumento de evaluación. PRE y POS TEST: Conocimientos*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN EDUCACIÓN MENCIÓN EDUCACIÓN SUPERIOR

Objetivo: Recolectar información para el trabajo de investigación "Influencia del simulador MetSim en el aprendizaje de la asignatura Diseño de Plantas Metalúrgicas de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNSAAC CUSCO, 2026.

Estimado estudiante, la presente prueba de conocimientos tiene como finalidad evaluar el nivel de conocimiento respecto a los simuladores y su incidencia en la enseñanza aprendizaje. Busca valorar la interactividad con las herramientas virtuales. Asimismo, se pretende medir el conocimiento de los principios fundamentales adquiridos a lo largo del aprendizaje.

Escala de valoración:
Nunca (1), Casi nunca (2), A veces (3), Casi siempre (4), Siempre (5)

Variable : Enseñanza aprendizaje						
Dimensión 1: Percepción						
1	¿Comprendes el proceso de la metalurgia extractiva según los diagramas mostrados en el simulador?					
2	¿Podrías interpretar adecuadamente los resultados del proceso de conminución?					
3	¿Dimensionarías una planta metalúrgica aplicando el simulador?					
4	¿Consideras que la simulación, representa de manera realista un proceso?					
5	¿El simulador te permite tener una amplia perspectiva de un proceso productivo?					
Dimensión 2: comprensión teórica						
6	¿El objetivo principal del proceso de conminución será reducir el tamaño de partícula?					
7	¿La secuencia correcta del proceso de conminución es: chancado – molienda – flotación?					
8	¿La energía aplicada es una variable que influye directamente en la reducción de tamaño?					
9	¿Si se incrementa la energía en cualquier proceso se optimizará la producción?					
10	¿La simulación representa una aproximación matemática del proceso real?					
Dimensión 3: Habilidades practicas						

11	En una planta, el chancador primario está recibiendo más mineral del previsto, 1500 t/h cuando su capacidad óptima es 1200 t/h. ¿aumentará el tamaño del producto?					
12	El molino de bolas está consumiendo demasiada energía sin lograr una mejora significativa en la finura del producto. ¿Sera consecuencia de la alimentación gruesa?					
13	¿El exceso de carga en el sistema de transporte de mineral, producirá rotura de las fajas transportadoras?					
14	Una planta desea aumentar la producción sin instalar nuevos equipos. ¿Sera posible validar con balances y simulación?					
15	El ciclón presenta una alta carga circulante, generando ineficiencia en el sistema de molienda. ¿Este exceso podrá saturar el sistema de molienda?					
Dimensión 4: Rendimiento Académico						
16	¿El uso del simulador despierta tu interés por aprender los procesos metalúrgicos?					
17	¿Prefieres aprender los procesos metalúrgicos con simulaciones antes que solo con demostraciones teóricas?					
18	¿Te sientes satisfecho haber aprendido los procesos metalúrgicos utilizando el simulador?					
19	¿Consideras que el uso del simulador hace el aprendizaje más atractivo y dinámico?					
20	¿Aplicarías el simulador METSIM para optimizar procesos y diseñar plantas metalúrgicas?					

Anexo 4 *Resultado de la aplicación de instrumentos de evaluación*

GRUPO CONTROL PRE TEST

ESTUDIANTES	RESPUESTAS X ITEM X DIMENSION																							
	PERCEPCION						COMPRENSIÓN TEÓRICA						HABILIDADES PRACTICAS						MOTIVACIÓN					
	1	2	3	4	5	TOTAL	6	7	8	9	10	TOTAL	11	12	13	14	15	TOTAL	16	17	18	19	20	TOTAL
A1	2	1	1	1	1	6	2	1	1	2	2	8	2	2	1	3	1	9	1	1	1	1	1	5
A2	1	1	2	1	1	6	2	2	2	3	1	10	2	3	2	2	2	11	2	1	1	2	2	8
A3	3	3	2	1	1	10	3	3	3	3	1	13	2	2	2	3	1	10	1	1	1	3	2	8
A4	2	2	1	1	2	8	2	2	1	2	1	8	2	1	2	2	2	9	2	1	1	1	3	8
A5	2	2	1	1	1	7	1	1	3	3	2	10	2	3	2	3	1	11	2	1	1	3	3	10
A6	2	2	2	1	1	8	2	2	1	2	2	9	1	2	1	2	1	7	2	1	1	2	2	8
A7	2	2	1	1	1	7	3	3	3	2	1	12	2	1	2	1	2	8	2	1	1	1	2	7
A8	2	2	2	3	1	10	1	1	2	2	2	8	3	1	1	2	1	8	3	1	1	3	2	10
A9	2	2	2	1	2	9	2	2	2	1	1	8	2	3	3	3	1	12	3	1	1	2	2	9
A10	2	2	1	1	1	7	2	2	1	2	1	8	2	1	2	1	2	8	2	1	1	2	2	8
A11	3	3	2	1	1	10	3	3	1	3	1	11	3	3	2	3	1	12	2	1	1	1	2	7
A12	3	3	1	1	2	10	2	2	1	1	2	8	2	1	1	2	1	7	1	1	1	1	2	6
A13	2	2	2	1	1	8	2	2	3	2	1	10	1	2	2	2	1	8	1	1	1	2	2	7
A14	3	3	1	1	1	9	3	3	1	2	1	10	2	2	2	2	2	10	1	3	3	2	3	12
A15	3	3	2	3	2	13	3	3	3	3	1	13	3	2	3	2	1	11	2	1	1	1	3	8
A16	2	2	1	2	1	8	2	2	2	2	2	10	1	2	2	2	1	8	2	1	1	2	2	8
A17	3	3	2	1	1	10	2	2	1	3	2	10	1	1	1	1	2	6	2	1	1	1	2	7
A18	3	3	3	1	1	11	3	3	3	3	1	13	2	1	2	3	1	9	1	1	1	2	2	7
A19	3	3	1	1	2	10	3	3	3	3	1	13	2	1	1	2	2	8	1	1	1	2	2	7
A20	2	2	1	2	1	8	2	2	2	3	1	10	1	3	2	1	1	8	2	1	1	1	2	7
A21	3	3	2	2	1	11	3	3	2	2	2	12	2	1	2	2	2	9	3	1	1	2	3	10
A22	3	3	2	1	1	10	2	2	1	3	1	9	2	2	1	3	1	9	2	1	1	3	3	10
A23	2	2	2	2	2	10	2	2	3	1	1	9	3	3	2	2	1	11	1	1	1	2	3	8
A24	3	3	1	2	2	11	3	3	1	3	1	11	2	3	1	3	2	11	3	1	1	2	2	9
A25	3	3	1	2	3	12	2	2	2	2	2	10	3	2	3	2	2	12	2	4	3	3	2	14
A26	1	1	2	1	1	6	1	1	2	2	2	8	2	1	1	2	1	7	2	1	1	2	1	7
A27	3	3	2	1	1	10	2	2	2	1	1	8	1	2	2	2	2	9	1	1	1	3	2	8
A28	2	2	1	1	1	7	2	2	1	2	1	8	2	2	2	2	1	9	2	1	1	1	2	7
A29	2	2	1	1	2	8	3	3	1	3	1	11	3	2	3	2	2	12	2	1	1	3	3	10

GRUPO CONTROL POST TEST

ESTUDIANTES	RESPUESTAS X ITEM X DIMENSION																							
	PERCEPCIÓN						COMPRENSIÓN TEÓRICA						HABILIDADES PRACTICAS						MOTIVACIÓN					
	1	2	3	4	5	TOTAL	6	7	8	9	10	TOTAL	11	12	13	14	15	TOTAL	16	17	18	19	20	TOTAL
A1	2	2	1	2	2	9	2	4	3	4	1	14	1	2	2	4	2	11	4	1	2	1	3	11
A2	3	3	2	1	1	10	3	3	1	3	2	12	2	2	2	2	1	9	2	4	1	4	3	14
A3	3	3	3	1	1	11	2	2	2	2	2	10	3	2	3	2	1	11	2	1	2	1	4	10
A4	3	3	4	1	1	12	1	1	2	2	1	7	1	2	2	2	2	9	1	4	2	2	2	11
A5	2	2	1	2	2	9	2	2	2	1	2	9	4	4	1	4	1	14	1	1	1	2	2	7
A6	3	3	2	2	1	11	2	2	1	2	1	8	2	1	2	3	4	12	2	4	4	1	1	12
A7	3	3	4	4	4	18	3	3	2	3	4	15	2	1	1	2	1	7	3	1	1	2	2	9
A8	2	2	2	2	1	9	2	4	1	1	1	9	1	3	2	1	2	9	2	4	1	3	3	13
A9	2	2	2	1	2	9	2	2	4	2	1	11	2	4	2	2	1	11	4	1	1	2	3	11
A10	3	3	1	1	1	9	3	3	2	2	2	12	2	2	1	3	1	9	3	1	1	2	4	11
A11	3	3	2	3	2	13	2	2	2	3	2	11	3	3	2	2	4	14	2	4	3	3	2	14
A12	2	2	1	2	4	11	3	3	3	3	1	13	2	3	4	3	1	13	2	1	1	4	1	9
A13	3	3	2	1	1	10	2	2	1	2	1	8	3	2	3	2	2	12	4	1	1	3	2	11
A14	3	3	3	4	2	15	1	1	3	3	2	10	4	4	1	2	1	12	2	4	4	1	2	13
A15	3	3	1	1	1	9	2	2	1	2	4	11	2	2	2	4	1	11	2	4	1	3	2	12
A16	2	2	4	2	1	11	3	3	3	2	1	12	4	2	2	2	4	14	2	1	4	2	4	13
A17	4	2	1	4	1	12	1	4	2	2	2	11	3	2	3	2	2	12	2	4	1	1	2	10
A18	3	3	2	4	2	14	2	2	4	1	1	10	1	2	2	2	1	8	3	1	1	3	2	10
A19	3	3	4	4	1	15	2	2	1	4	1	10	1	1	1	1	1	5	3	1	1	4	2	11
A20	2	2	2	4	4	14	3	3	2	2	1	11	2	4	2	3	2	13	2	4	4	2	2	14
A21	3	3	1	1	2	10	2	2	1	2	2	9	1	1	2	2	1	7	2	1	1	1	2	7
A22	3	3	2	3	1	12	2	2	3	2	1	10	2	2	4	3	1	12	4	1	1	4	4	14
A23	2	2	1	2	1	8	3	3	2	2	1	11	2	1	2	4	4	13	4	4	1	2	2	13
A24	3	3	2	1	2	11	3	3	3	3	4	16	2	3	2	3	2	12	1	3	4	2	3	13
A25	3	3	3	1	1	11	2	2	2	3	2	11	3	2	2	3	1	11	2	1	1	1	3	8
A26	3	3	1	4	1	12	2	2	1	3	2	10	2	4	1	2	1	10	2	1	1	2	2	8
A27	4	2	4	2	1	13	3	3	3	3	1	13	2	3	2	2	2	11	2	1	4	1	2	10
A28	2	2	1	1	2	8	2	2	1	3	1	9	2	4	2	3	1	12	1	1	1	2	4	9
A29	3	3	2	4	1	13	2	4	3	3	4	16	2	1	2	2	4	11	4	1	4	2	2	13

GRUPO EXPERIMENTAL PRE TEST

ESTUDIANTES	RESPUESTAS X ITEM X DIMENSION																							
	PERCEPCIÓN						COMPRENSIÓN TEÓRICA						HABILIDADES PRACTICAS						MOTIVACIÓN					
	1	2	3	4	5	TOTAL	6	7	8	9	10	TOTAL	11	12	13	14	15	TOTAL	16	17	18	19	20	TOTAL
A1	2	2	2	1	1	8	2	2	1	1	1	7	1	2	2	2	1	8	2	1	1	2	3	9
A2	2	2	1	1	1	7	2	2	3	2	1	10	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1	2	7
A3	2	2	2	3	1	10	3	3	1	2	1	10	2	1	2	3	2	10	3	1	1	3	2	10
A4	2	2	2	1	1	8	3	3	3	3	1	13	2	1	1	2	1	7	3	1	1	2	2	9
A5	4	3	1	4	3	15	2	2	2	3	3	12	3	2	2	3	1	11	2	4	3	2	2	13
A6	3	3	2	1	1	10	2	2	1	3	1	9	2	1	2	2	2	9	2	1	1	1	2	7
A7	3	3	1	1	1	9	3	3	3	3	1	13	2	2	1	3	1	9	1	1	1	1	2	6
A8	2	2	2	1	2	9	3	3	3	3	2	14	3	3	2	2	1	11	1	1	1	2	2	7
A9	3	3	1	1	2	10	3	3	2	2	2	12	3	3	2	3	1	12	1	3	3	2	1	10
A10	3	3	2	3	1	12	2	2	1	3	1	9	2	1	1	2	2	8	2	1	1	1	3	8
A11	2	2	1	2	2	9	2	2	3	1	2	10	1	2	2	2	1	8	2	1	1	2	3	9
A12	3	3	2	1	1	10	3	3	1	3	1	11	2	2	2	2	1	9	2	1	1	1	2	7
A13	3	3	3	1	1	11	2	2	2	2	1	9	3	2	3	2	2	12	1	1	1	2	2	7
A14	3	3	1	1	1	9	1	1	2	2	1	7	1	2	2	2	1	8	1	1	1	2	2	7
A15	2	2	1	2	2	9	2	2	2	1	2	9	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1	1	6
A16	3	3	2	2	1	11	2	2	1	2	1	8	2	1	2	3	1	9	3	1	1	2	2	9
A17	3	3	2	1	1	10	3	3	2	3	1	12	2	1	1	2	2	8	2	1	1	3	3	10
A18	2	2	2	2	1	9	2	2	1	1	1	7	1	3	2	1	1	8	1	1	1	2	3	8
A19	2	2	2	1	2	9	2	2	3	2	2	11	2	1	2	2	1	8	3	1	1	2	3	10
A20	3	3	1	1	1	9	3	3	2	2	1	11	2	2	1	3	1	9	2	4	3	3	2	14
A21	3	3	2	3	2	13	2	2	2	3	2	11	3	3	2	2	1	11	2	1	1	2	1	7
A22	2	2	1	2	1	8	3	3	3	3	1	13	2	3	1	3	2	11	1	1	1	3	2	8
A23	3	3	2	1	1	10	2	2	1	2	1	8	3	2	3	2	1	11	2	1	1	1	2	7
A24	3	3	3	1	2	12	1	1	3	3	2	10	2	1	1	2	1	7	2	1	1	3	2	9
A25	3	3	1	1	1	9	2	2	1	2	1	8	2	2	2	2	1	9	2	1	1	2	2	8
A26	2	2	1	2	1	8	3	3	3	2	1	12	2	2	2	2	2	10	2	1	1	1	2	7
A27	2	2	1	1	1	7	1	1	2	2	1	7	3	2	3	2	1	11	3	1	1	3	2	10
A28	3	3	2	1	2	11	2	2	2	1	2	9	1	2	2	2	1	8	3	1	1	2	2	9
A29	3	3	1	1	1	9	2	2	1	3	1	9	1	1	1	1	2	6	2	1	1	2	2	8

GRUPO EXPERIMENTAL POST TEST

ESTUDIANTES	RESPUESTAS X ITEM X DIMENSION																							
	PERCEPCIÓN						COMPRENSIÓN TEÓRICA						HABILIDADES PRACTICAS						MOTIVACIÓN					
	1	2	3	4	5	TOTAL	6	7	8	9	10	TOTAL	11	12	13	14	15	TOTAL	16	17	18	19	20	TOTAL
A1	3	4	2	1	5	15	4	1	5	5	3	18	2	4	4	5	4	19	4	3	3	1	4	15
A2	5	4	3	3	5	20	3	4	1	2	1	11	1	3	2	3	2	11	1	1	3	3	1	9
A3	4	5	3	2	1	15	5	5	4	5	1	20	3	4	3	4	2	16	3	1	2	4	4	14
A4	3	2	2	2	1	10	5	3	2	1	1	12	1	2	2	3	2	10	2	2	2	1	3	10
A5	5	1	1	3	5	15	5	1	1	2	1	10	1	1	1	4	1	8	5	5	1	1	5	17
A6	5	2	1	2	5	15	5	4	3	1	5	18	1	3	4	3	4	15	4	1	2	5	1	13
A7	2	2	2	2	3	11	4	3	2	2	1	12	1	1	2	3	1	8	3	1	2	1	2	9
A8	3	3	3	3	4	16	3	5	3	3	3	17	5	3	3	3	4	18	5	3	3	4	4	19
A9	5	4	1	2	3	15	2	3	2	3	2	12	1	5	2	3	3	14	5	2	3	5	5	20
A10	3	2	2	4	2	13	5	3	1	2	4	15	3	4	2	3	2	14	3	2	3	4	3	15
A11	5	3	3	3	5	19	5	3	4	3	3	18	1	5	3	3	2	14	5	3	2	4	5	19
A12	5	4	4	3	1	17	1	5	5	2	1	14	1	3	3	1	5	13	2	5	3	3	3	16
A13	5	5	3	3	1	17	5	5	3	5	5	23	1	1	2	1	1	6	1	5	1	5	5	17
A14	3	5	3	1	5	17	4	2	4	5	5	20	3	2	4	5	4	18	5	5	5	5	3	23
A15	5	5	5	3	1	19	1	3	1	4	1	10	1	3	4	1	5	14	3	2	5	4	3	17
A16	3	1	5	3	2	14	1	1	2	1	1	6	1	1	3	2	3	10	2	3	1	1	1	8
A17	4	2	1	2	3	12	5	3	4	1	2	15	2	5	3	5	2	17	4	3	4	1	3	15
A18	5	1	4	5	1	16	5	5	3	5	2	20	1	5	5	5	1	17	5	1	5	1	4	16
A19	4	3	4	1	1	13	5	3	1	1	1	11	1	5	1	3	3	13	4	3	4	5	3	19
A20	2	5	1	3	2	13	1	4	2	4	4	15	5	2	4	2	1	14	5	3	5	1	2	16
A21	5	4	3	4	5	21	5	5	3	4	4	21	4	3	4	2	4	17	3	5	4	3	5	20
A22	5	5	4	1	4	19	5	5	5	5	1	21	4	4	5	4	4	21	5	5	4	1	5	20
A23	5	3	1	1	3	13	5	1	3	1	3	13	1	1	5	1	1	9	5	3	1	1	2	12
A24	2	4	2	1	1	10	1	3	1	4	2	11	1	1	1	3	3	9	1	3	2	4	1	11
A25	5	5	4	5	5	24	5	4	5	4	4	22	5	3	5	4	4	21	5	4	5	4	5	23
A26	5	5	3	3	3	19	5	3	3	3	3	17	5	1	5	5	5	21	5	3	3	3	5	19
A27	4	2	3	5	1	15	5	3	3	3	1	15	1	2	3	3	5	14	3	3	4	4	3	17
A28	4	5	2	1	5	17	5	2	3	2	4	16	4	1	5	3	2	15	3	1	1	4	4	13
A29	4	3	3	3	3	16	4	5	3	3	3	18	4	3	3	4	2	16	3	2	2	3	2	12

PARA ALFA DE CROMBACH

PERCEPCIÓN

Variable omitida	Media total ajustada	Desv.Est. total ajustada	total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
Item 1	27.379	11.626	0.9308	1.0000	0.8104
Item 2	28.034	11.252	0.9771	1.0000	0.7888
Item 3	28.759	11.479	0.9524	1.0000	0.8019
Item 4	28.862	11.463	0.9307	1.0000	0.8016
Item 5	28.483	11.021	0.9626	1.0000	0.7774
TOTAL 1	15.724	6.313	1.0000	1.0000	0.9732

Alfa de Cronbach

Alfa
0.8336

COMPRENSIÓN TEÓRICA

Variable omitida	Media total ajustada	Desv.Est. total ajustada	total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
Item 6	27.172	12.101	0.8689	1.0000	0.7969
Item 7	27.759	12.185	0.9563	1.0000	0.7980
Item 8	28.276	12.197	0.9722	1.0000	0.7982
Item 9	28.138	12.056	0.9761	1.0000	0.7908
Item 10	28.621	12.143	0.9242	1.0000	0.7969
TOTAL 2	15.552	6.738	1.0000	1.0000	0.9720

Alfa de Cronbach

Alfa
0.8333

HABILIDADES PRACTICAS

Variable omitida	Media total ajustada	Desv. Est. total ajustada	total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
Item 11	26.172	11.920	0.9252	1.0000	0.7919
Item 12	25.621	11.983	0.9664	1.0000	0.7935
Item 13	25.207	12.140	0.9624	1.0000	0.8016
Item 14	25.276	12.203	0.9466	1.0000	0.8052
Item 15	25.586	12.031	0.9733	1.0000	0.7957
TOTAL3	14.207	6.694	1.0000	1.0000	0.9786

Alfa de Cronbach

Alfa
0.8349

MOTIVACIÓN

Variable omitida	Media total ajustada	Desv. Est. total ajustada	total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
Item 16	27.724	12.352	0.9469	1.0000	0.8008
Item 17	28.448	12.342	0.9504	1.0000	0.8002
Item 18	28.379	12.336	0.9717	1.0000	0.7993
Item 19	28.345	12.166	0.9471	1.0000	0.7918
Item 20	28.000	12.311	0.9674	1.0000	0.7982
TOTAL4	15.655	6.831	1.0000	1.0000	0.9807

Alfa de Cronbach

Alfa
0.8354

Anexo 5 *Validez de contenido por juicio de expertos*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS/ JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO DEL PROYECTO: "INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026".

INSTRUMENTO: Cuestionario

I. REFERENCIA

1.1. EXPERTO: Dr. Elías Antonio Mendoza Alarcon

1.2. ESPECIALIDAD: Lengua y Literatura

1.3. CARGO ACTUAL: Docente

1.4. GRADO ACADÉMICO: Doctor

1.5. CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4325-5057

II. ASPECTO DE EVALUACIÓN

0.0 Muy Deficiente (MD)	0.5 Deficiente (D)	1.0 Regular (R)	1.5 Bueno (B)	2.0 Muy Bueno (MB)

NOTA: Para cada criterio considere la escala de : (c x 10%)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN				
	MD	D	R	B	MB
CLARIDAD: Está escrito en lenguaje científico de fácil comprensión y es apropiado al tipo de investigación que se pretende realizar.				X	
OBJETIVIDAD: Esta expresado en forma de indicadores observables o medibles.				X	
ACTUALIDAD: Los ítems corresponden a las formas actuales de formulación de instrumento de investigación.					X
ORGANIZACIÓN: La formulación de los ítems tienen una secuencia lógica según el tipo de investigación que se pretende realizar.				X	
COHERENCIA ESTRUCTURAL: La cantidad de ítems es correspondiente a la cantidad de indicadores que se quiere medir.				X	
COHERENCIA SEMANTICA: Los ítems se refiere a las incógnitas de los problemas de investigación o al sentido de investigación.				X	
CONSISTENCIA TEÓRICA: Los ítems se sustentan en el marco teórico que se asume en la investigación.				X	
METODOLOGÍA: Este instrumento corresponde a la técnica de la investigación apropiada para recoger los datos confiables.					X
ESTRUCTURA FORMAL: El instrumento contiene todos los instrumentos básicos.				X	
ORIGINALIDAD: El instrumento es elaboración propia de lo contrario se menciona la fuente.				X	

Promedio de valoración:

a) Muy deficiente ( ) b) Deficiente ( ) c) Regular ( ) d) Buena (X) e) Muy buena ( )

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

IV. RESOLUCIÓN

a) Aprobado (C>75%) ( )

b) Desaprobado (C<75%) ( )

EXPERTO: Dr. (Mg): Elías A. Mendoza A

DNI: 23933869

TELEFONO: 965356207.

20-04-26

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS/ JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO DEL PROYECTO: "INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026".

INSTRUMENTO: Cuestionario

I. REFERENCIA

1.1. EXPERTO: Jaime Rivas Follano

1.2. ESPECIALIDAD: Educación Fisica

1.3. CARGO ACTUAL: Docente

1.4. GRADO ACADÉMICO: Magistero

1.5. CÓDIGO ORCID: 0000-0001-8372-1927

II. ASPECTO DE EVALUACIÓN

0.0 Muy Deficiente (MD)	0.5 Deficiente (D)	1.0 Regular (R)	1.5 Bueno (B)	2.0 Muy Bueno (MB)

NOTA: Para cada criterio considere la escala de : (c x 10%)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN				
	MD	D	R	B	MB
CLARIDAD: Está escrito en lenguaje científico de fácil comprensión y es apropiado al tipo de investigación que se pretende realizar.				✓	
OBJETIVIDAD: Esta expresado en forma de indicadores observables o medibles.				✓	
ACTUALIDAD: Los ítems corresponden a las formas actuales de formulación de instrumento de investigación.					✓
ORGANIZACIÓN: La formulación de los ítems tienen una secuencia lógica según el tipo de investigación que se pretende realizar.					✓
COHERENCIA ESTRUCTURAL: La cantidad de ítems es correspondiente a la cantidad de indicadores que se quiere medir.				✓	
COHERENCIA SEMANTICA: Los ítems se refiere a las incógnitas de los problemas de investigación o al sentido de investigación.				✓	
CONSISTENCIA TEÓRICA: Los ítems se sustentan en el marco teórico que se asume en la investigación.				✓	
METODOLOGÍA: Este instrumento corresponde a la técnica de la investigación apropiada para recoger los datos confiables.				✓	
ESTRUCTURA FORMAL: El instrumento contiene todos los instrumentos básicos.				✓	
ORIGINALIDAD: El instrumento es elaboración propia de lo contrario se menciona la fuente.				✓	

Promedio de valoración:

a) Muy deficiente ( ) b) Deficiente ( ) c) Regular ( ) d) Buena (X) e) Muy buena ( )

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

Procede a su aplicación

IV. RESOLUCIÓN

a) Aprobado (C>75%) (X)

b) Desaprobado (C<75%) ( )

EXPERTO: Dr. (Mg): Jaime Rivas Follano

DNI: 42393007

TELEFONO: 989244644

20/04/26

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS/ JUICIO DE EXPERTOS

TÍTULO DEL PROYECTO: "INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026".

INSTRUMENTO: Cuestionario

I. REFERENCIA

1.1. EXPERTO: Alfredo Alexis Yepez Quispe

1.2. ESPECIALIDAD: Cs. Sc.

1.3. CARGO ACTUAL: Docente As. T.C.

1.4. GRADO ACADÉMICO: Maestro

1.5. CÓDIGO ORCID: 0000-0001-6378-1762

II. ASPECTO DE EVALUACIÓN

0.0 Muy Deficiente (MD)	0.5 Deficiente (D)	1.0 Regular (R)	1.5 Bueno (B)	2.0 Muy Bueno (MB)

NOTA: Para cada criterio considere la escala de : (c x 10%)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN				
	MD	D	R	B	MB
CLARIDAD: Está escrito en lenguaje científico de fácil comprensión y es apropiado al tipo de investigación que se pretende realizar.				X	
OBJETIVIDAD: Esta expresado en forma de indicadores observables o medibles.				X	
ACTUALIDAD: Los ítems corresponden a las formas actuales de formulación de instrumento de investigación.				X	
ORGANIZACIÓN: La formulación de los ítems tienen una secuencia lógica según el tipo de investigación que se pretende realizar.				X	
COHERENCIA ESTRUCTURAL: La cantidad de ítems es correspondiente a la cantidad de indicadores que se quiere medir.					X
COHERENCIA SEMANTICA: Los ítems se refiere a las incógnitas de los problemas de investigación o al sentido de investigación.				X	
CONSISTENCIA TEÓRICA: Los ítems se sustentan en el marco teórico que se asume en la investigación.				X	
METODOLOGÍA: Este instrumento corresponde a la técnica de la investigación apropiada para recoger los datos confiables.				X	X
ESTRUCTURA FORMAL: El instrumento contiene todos los instrumentos básicos.					X
ORIGINALIDAD: El instrumento es elaboración propia de lo contrario se menciona la fuente.				X	

Promedio de valoración:

a) Muy deficiente ( ) b) Deficiente ( ) c) Regular ( ) d) Buena ( ) e) Muy buena ( )

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

IV. RESOLUCIÓN

a) Aprobado (C>75%) (X)

b) Desaprobado (C<75%) ( )

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE EDUCACIÓN

Mgt. Alfredo A. Yepez Quispe
DOCENTE

EXPERTO: Dr. (Mg):

DNI: 23873490

TELEFONO: 984844639

21/04/26

Anexo 6 *Solicitud de aplicación de instrumentos de evaluación*

Plazo: 26032133

Cusco, 06 de abril del 2026

SOLICITO: APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE LA ASIGNATURA DE DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA. MINAS Y METALURGIA

Dr. FREDY V. BUSTAMANTE PRADO

Yo, Mario Condorhuaman Cusi, egresado de la Unidad de Postgrado de Educación de la Maestría en Educación con Mención en Educación Superior, vengo realizando la Investigación titulada **"INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026"**, para la obtención del Grado Académico de Maestro, para lo cual ha sido necesaria la elaboración de los instrumentos de investigación que pretendo estudiar de manera científica y responder a las necesidades de esta investigación.

Siendo indispensable su aplicación del pre test, la actividad experimental y el post test en un grupo experimental y en un grupo control, se ha considerado la participación de los estudiantes del noveno y décimo semestre; para ello adjunto:

- Matriz de consistencia
- Matriz de operacionalización
- Prueba pedagógica (formato de impresión)

Agradezco la atención al presente, así mismo hago propicia la oportunidad para renovarle las muestras de especial consideración y estima.

Atentamente:

.....

Mario Condorhuaman Cusi
DNI 23948434

Anexo 7 *Constancia de aplicación de instrumentos de evaluación*

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA
ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR ICACIT
Central Telefónica 232398 Anexo-1325

EL QUE SUSCRIBE DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA,

HACE CONSTAR:

Que el investigador Ing. MARIO CONDORHUAMAN CUSI, identificado con DNI N° 23948434, estudiante de la Escuela de Post Grado de la Facultad de Educación, con mención en Educación Superior, aplicó sus instrumentos de investigación (Pre tets, post tets en grupo control y experimental, además se aplicó la estrategia de simuladores virtuales) del trabajo de investigación titulado: ***"INFLUENCIA DEL SIMULADOR METSIM EN EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DISEÑO DE PLANTA METALURGICAS DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA DE LA UNSAAC CUSCO, 2026"****.*

Se expide la presente constancia a petición del interesado y para los fines que viera conveniente.

Cusco, 28 de abril de 2026.

DIRECCIÓN INGENIERIA METALURGICA

DIRECTOR

Anexo 8 *Sesión de aprendizaje*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA

Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia

NOMBRE DE LA ASIGNATURA			**DISEÑO DE PLANTAS METALURGICAS**
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD			Diseño y simulación de circuitos con MetSim
COMPETENCIA		**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**	**APRENDIZAJE ESPERADO**
Diseña, modela y simula circuitos de procesamiento de minerales, aplicando principios de ingeniería metalúrgica y utilizando el simulador MetSim como herramienta didáctica para la optimización de procesos		• Explica los fundamentos del diseño de plantas metalúrgicas. • Modela circuitos de conminución utilizando MetSim. • Analiza variables operativas y resultados de simulación.	• Diseña un circuito básico de chancado y molienda. • Interpreta resultados de simulación (F80, P80, eficiencia). • Propone mejoras en el diseño del circuito.
DURACIÓN	**02 Hrs.**	**RECURSO**	• Computadora con software MetSim • Plataforma virtual (Google Classroom, Meet) • Presentaciones (PPT) • Guía de práctica • Datos del mineral (densidad, tamaño, caudal)

DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	**TIEMPO APROX.**
APERTURA	
• Video conferencia mediante Google Meet • El docente plantea preguntas: - ¿Qué es el diseño de plantas metalúrgicas? - ¿Cuál es la importancia de la conminución? • Los estudiantes responden: - ¿Qué es un circuito de procesamiento? - ¿Qué variables influyen en el diseño? • Presentación del objetivo de la sesión mediante PPT	20 min
DESARROLLO	
• El docente explica conceptos: - Chancado, molienda, clasificación - Variables: F80, P80, caudal, energía • Actividad práctica:	80 min

Jefe de practica: Ing. Mario Condorimanan Cusi

– Diseño de circuito en MetSim: Feed → Chancador → Molino → Ciclón - Configuración de parámetros – Ejecución de simulación • Discusión: - Análisis de resultados – Interpretación de eficiencia del sistema • Participación activa de estudiantes mediante plataforma virtual	
CIERRE	
• Resolución de ficha de metacognición (Google Classroom) • Reflexión: - ¿Qué aprendí sobre el diseño de circuitos? – ¿Qué dificultades tuve? • Actividad adicional: Investigar tipos de circuitos de conminución - Proponer mejoras al circuito diseñado	20 min.

EVALUACIÓN

EVIDENCIAS	CRITERIOS	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
• Participación en simulación mediante MetSim • Diseño del circuito metalúrgico • Análisis de resultados	• Conocimientos técnicos • Habilidades en simulación • Análisis e interpretación • Actitud participativa	• Ficha de observación • Lista de cotejo • Ficha de metacognición

WEBGRAFÍA	• Material de clase • Manual de usuario MetSim • Ficha de metacognición

CONTROL DE DOCUMENTO

AUTOR:
CICLO: Semestre 2026 - I
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO:
FECHA: 30 de marzo del 2026
CIUDAD: Cusco

FICHA METACOGNITIVA

Nombres y Apellidos .....

Que aprendí?

Como lo aprendí?

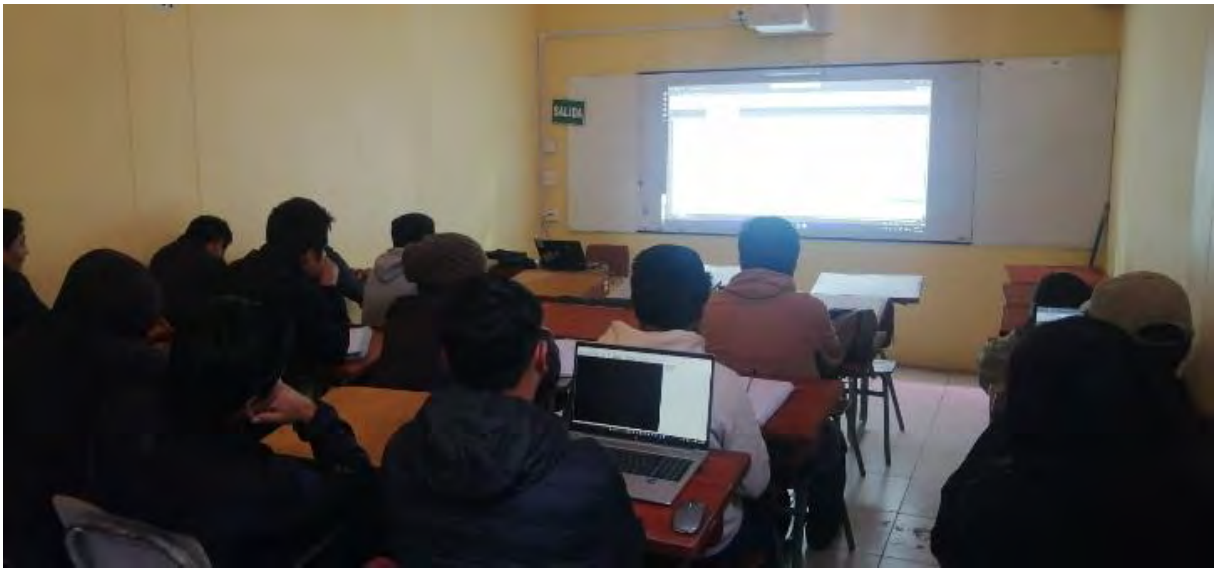
Para que me sirve lo que aprendí?

Como puedo afianzar lo aprendido?

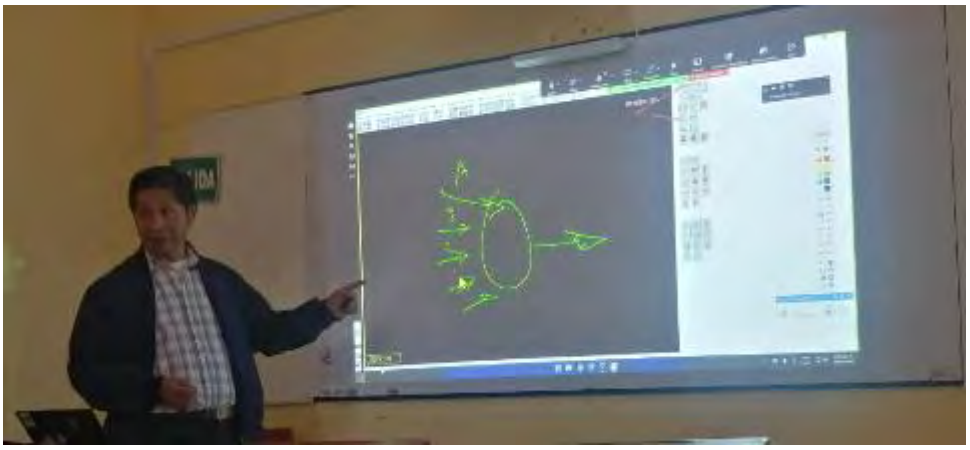
Anexo 9 *Registro fotográfico*

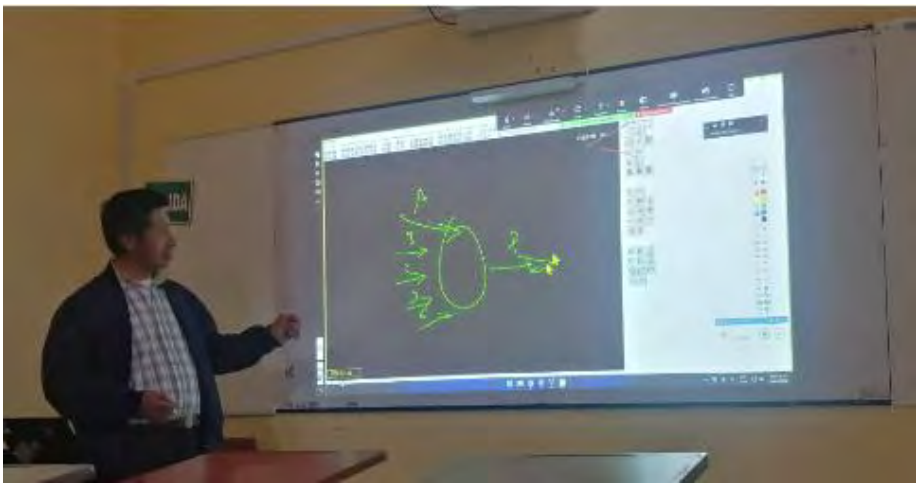
Prueba de pretest grupo experimental

Prueba de pretest grupo control

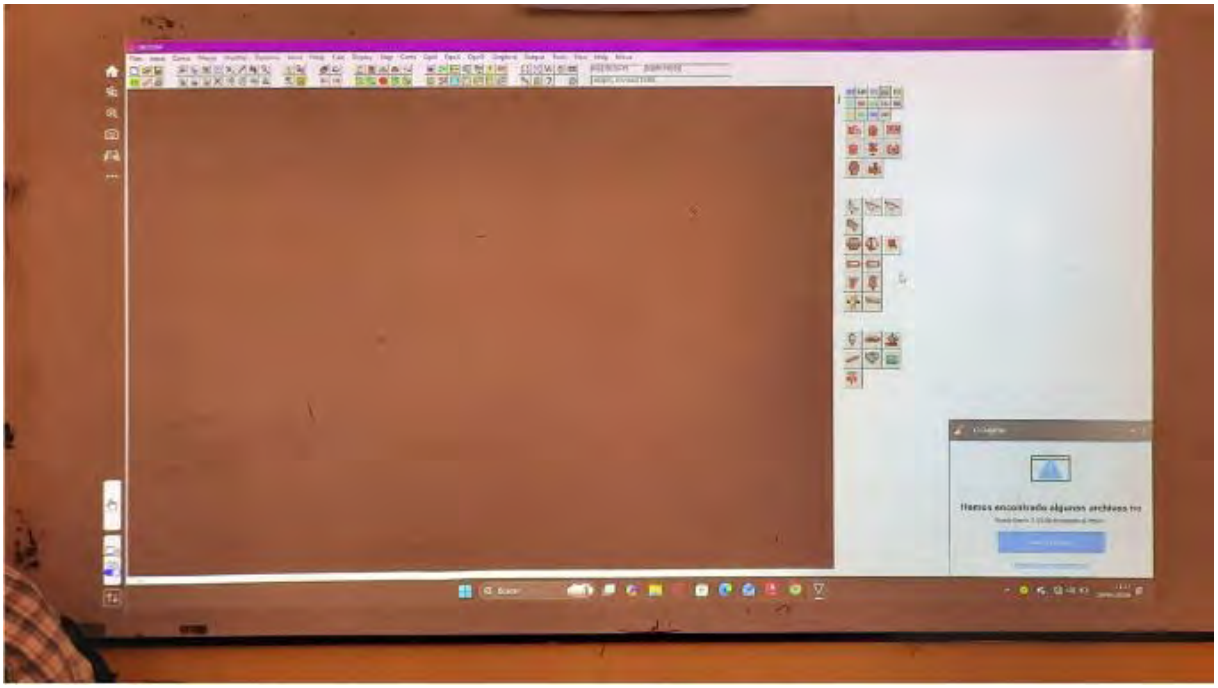


Breve introducción sobre los conceptos de simulación



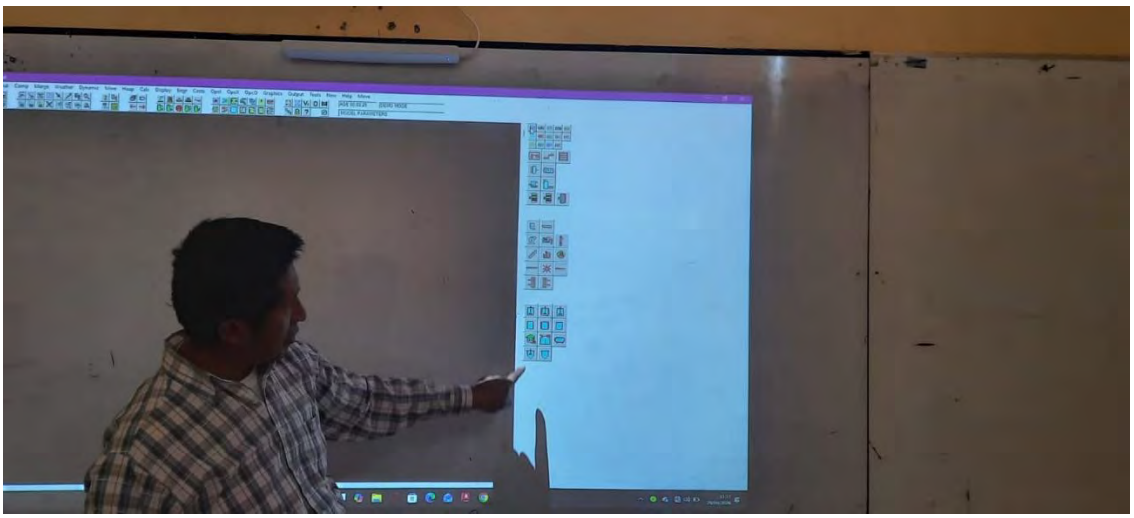


Presentacion de la pantalla principal MetSim



Uso y significado de iconos de pantalla del MetSim

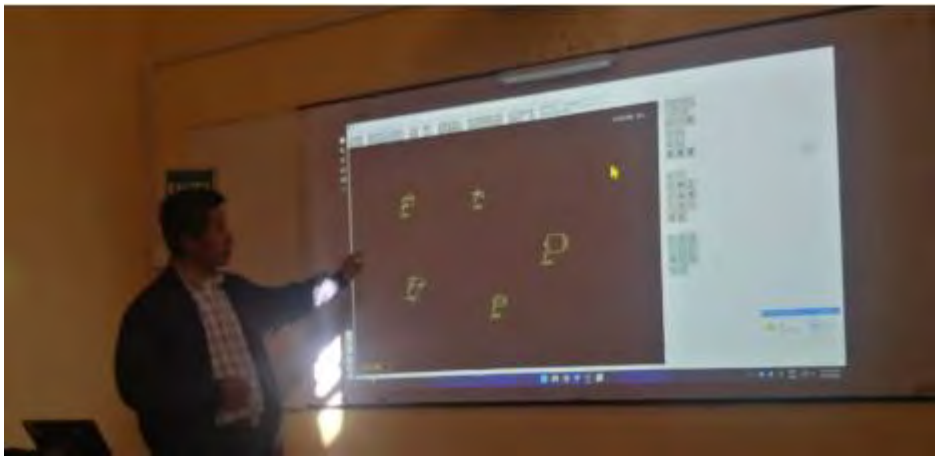
Uso y significado de iconos del proceso



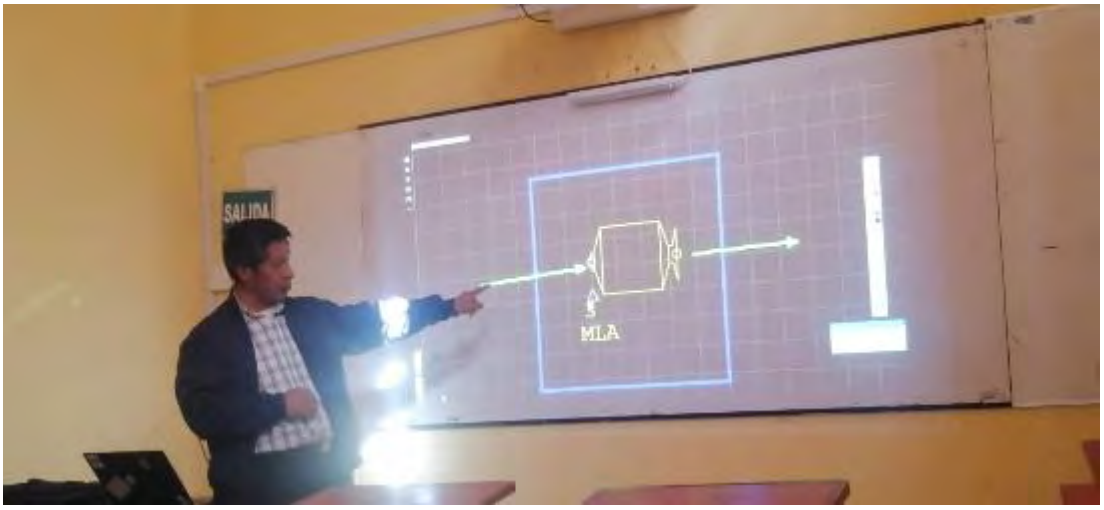
Uso y significado de iconos de proceso

Uso y significado de iconos de proceso

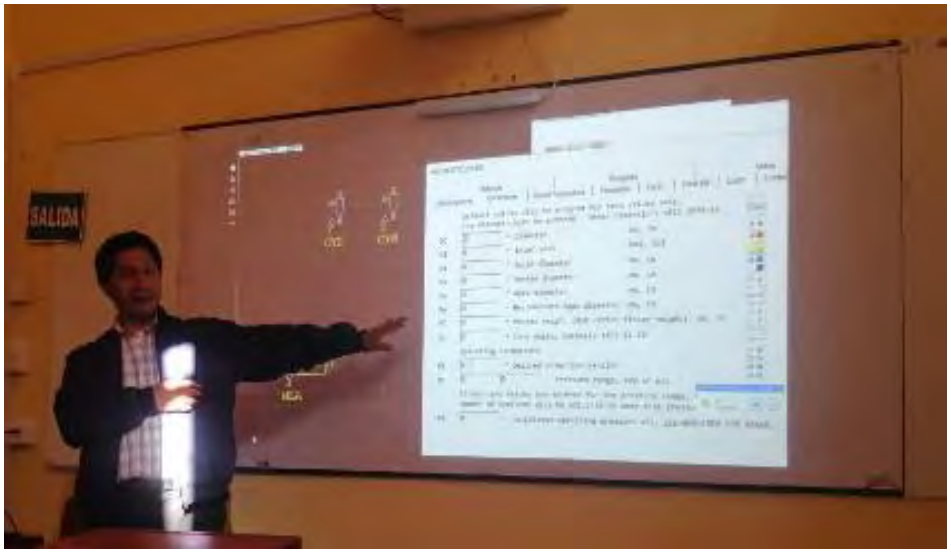
Aplicación del proceso



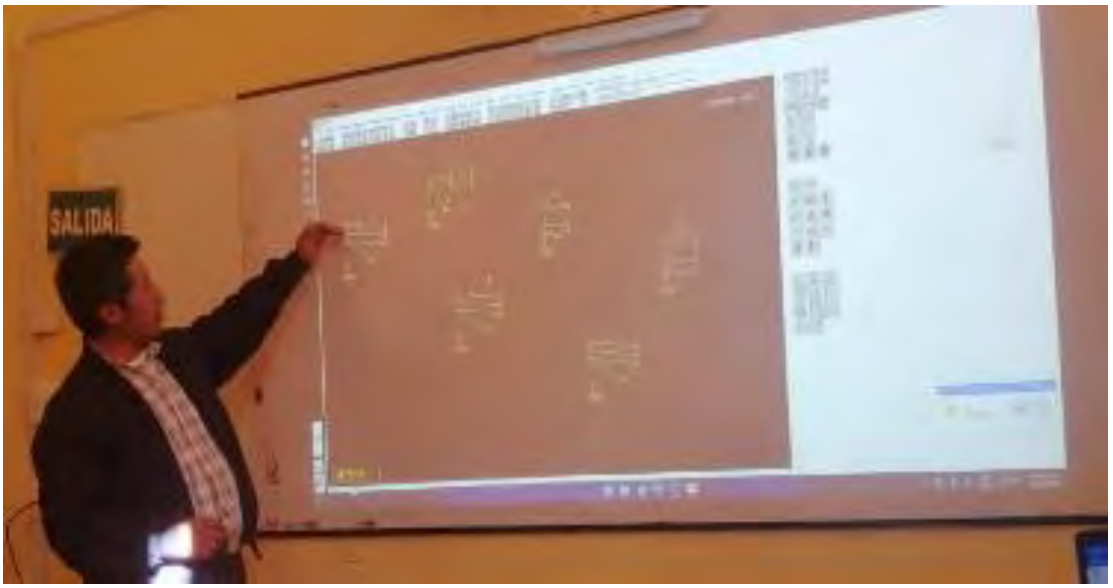
Corrientes de flujo



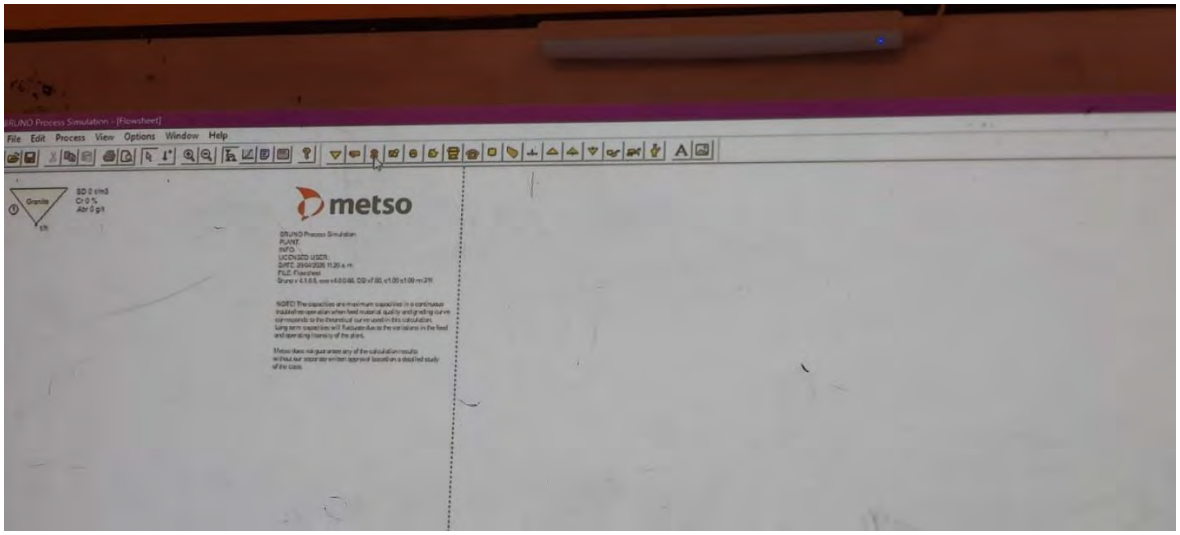
Cuadro de dialogo (caracteristicas)

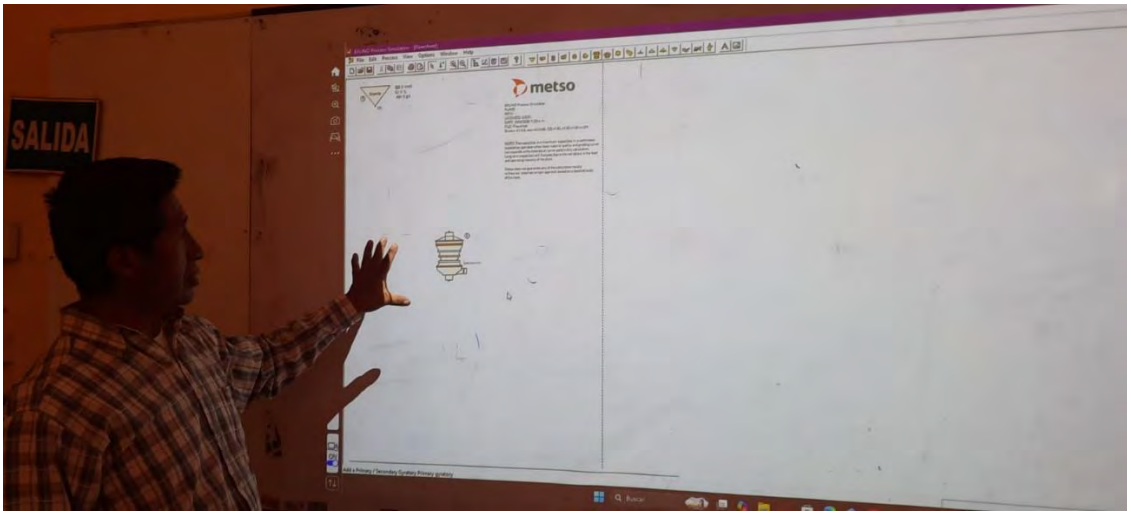


Diseño del proceso de conminución



Programas de simulación opcional (BRUNO)

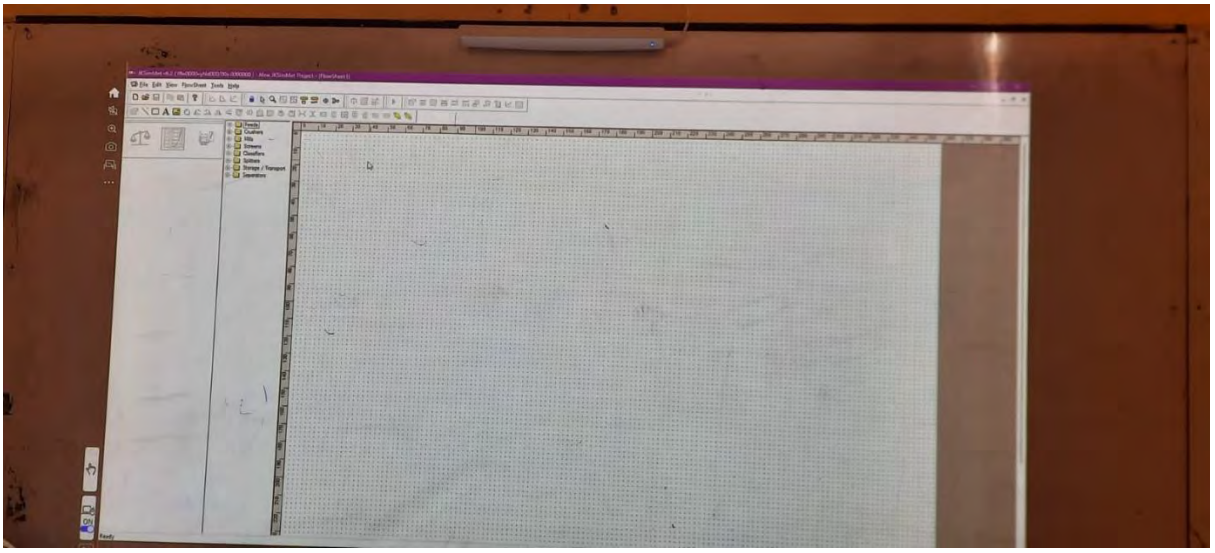
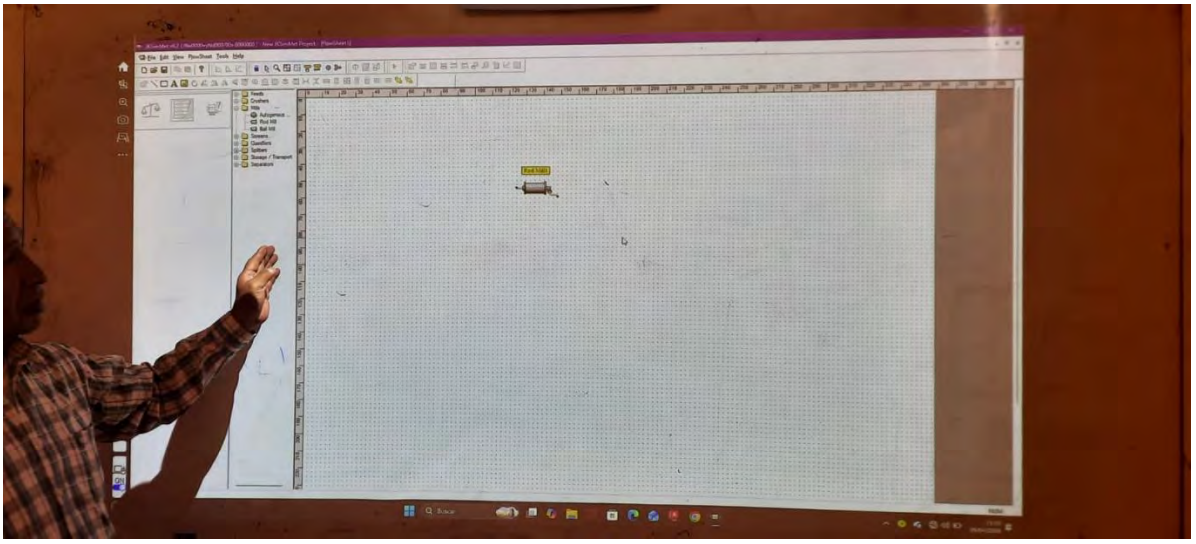




Programa de simulacion opcional (Promitech)

Uso y significado de iconos

Programa de simulacion opcional (/JKMsinmet)



Uso y significado de iconos