

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN

### PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

#### COHORTE NOVIEMBRE 2022

---

**Tema:** Comprensión de planos y aprendizaje basado en proyectos.

---

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster  
en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática

**Modalidad del Trabajo de Titulación:** Proyecto de desarrollo

**Autor:** Ingeniero Joffre Alexander Espín Castro

**Director:** Licenciado Carlos Alfredo Hernández Dávila, M.Sc.

Ambato – Ecuador

2024

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Doctor Segundo Víctor Hernández del Salto, Magíster, e integrado por los señores: Licenciado Héctor Daniel Morocho Lara, Ph.D. y Licenciado Héctor Manuel Neto Chusín, Magíster, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: **“COMPRENSIÓN DE PLANOS Y APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS”** elaborado y presentado por el señor Ingeniero Joffre Alexander Espín Castro, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Dr. Víctor Hernández del Salto, Mg.  
**Presidente y Miembro del Tribunal**

-----  
Lcdo. Héctor Daniel Morocho Lara, Ph.D.  
**Miembro del Tribunal**

-----  
Lcdo. Héctor Manuel Neto Chusín, Mg.  
**Miembro del Tribunal**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Comprensión de planos y aprendizaje basado en proyectos”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Joffre Alexander Espín Castro, Autor bajo la Dirección de Licenciado Carlos Alfredo Hernández Dávila, M.Sc. Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Ing. Joffre Alexander Espín Castro

c.c.: 1004068191

**AUTOR**

-----  
Lcdo. Carlos Alfredo Hernández Dávila, M.Sc.

c.c.: 1804802716

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Ing. Joffre Alexander Espín Castro  
c.c.: 1004068191

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	ii
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	iii
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	iv
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	xi
<b>DEDICATORIA</b> .....	xii
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Justificación</b> .....	3
<b>3. Objetivos</b> .....	5
<b>3.1. General</b> .....	5
<b>3.2. Específicos</b> .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
<b>2.1. Antecedentes investigativos</b> .....	6
<b>2.2. Fundamentación científica</b> .....	16
<b>Comprensión de planos</b> .....	16
<b>Lenguaje</b> .....	16
<b>Análisis</b> .....	16
<b>Comprensión</b> .....	17
<b>Plano</b> .....	23
<b>Aplicaciones</b> .....	24

Características .....	24
Tipos .....	24
Plano de dibujo técnico .....	26
Comprensión de planos .....	26
Realidad Aumentada (RA) .....	27
AutoCAD .....	28
SketchUp .....	29
Augin .....	29
Aprendizaje basado en proyectos (ABP) .....	30
Pedagogía. ....	30
Didáctica .....	30
Metodología activa .....	31
Definición de Aprendizaje Basado en Proyectos .....	31
Justificación del ABP .....	32
Atributos del ABP .....	33
Desarrollo de capacidades .....	37
Proceso .....	37
Principios .....	39
Macusa Industrial .....	40
<b>CAPÍTULO III</b> .....	41
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	41
<b>3.1. Tipo de investigación</b> .....	41
<b>3.2. Población o muestra:</b> .....	42
<b>3.3. Hipótesis</b> .....	43
<b>3.4. Recolección de información</b> .....	43
<b>3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico</b> .....	45
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	46
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	46
<b>CAPÍTULO V</b> .....	82
<b>CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.</b> .....	82
<b>5.1. Conclusiones</b> .....	82
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	84
<b>5.4. Anexos</b> .....	95

**CAPÍTULO VI** ..... 96

**PROPUESTA** ..... 96

**6.1. Título**..... 96

**6.2. Descripción**..... 96

**6.3. Desarrollo de la propuesta**..... 97

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Características de la población</i> .....	42
<b>Tabla 2</b> <i>Frecuencia de cuestionario evento inicial</i> .....	49
<b>Tabla 3</b> <i>Escala de calificaciones cualitativa – cuantitativa</i> .....	50
<b>Tabla 4</b> <i>Respuesta a pregunta abierta Cuestionario evento inicial</i> .....	51
<b>Tabla 5</b> <i>Aplicación de Test habilidad espacial</i> .....	52
<b>Tabla 6</b> <i>Aplicación de Test razonamiento espacial</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Aplicación de Test cartas de rotación</i> .....	55
<b>Tabla 8</b> <i>Planificación implementación ABP</i> .....	57
<b>Tabla 9</b> <i>Resumen de comunicaciones del personal operativo con Ingeniería</i> .....	62
<b>Tabla 10</b> <i>Detalle de comunicaciones del personal operativo con Ingeniería</i> .....	64
<b>Tabla 11</b> <i>Tabulación general encuesta de satisfacción</i> .....	70
<b>Tabla 12</b> <i>Tabulación preguntas abiertas encuesta de satisfacción</i> .....	72
<b>Tabla 13</b> <i>Tabla de contingencia prueba de hipótesis vi y vd</i> .....	80
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de Chi-cuadrado</i> .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Comprensión, un proceso interactivo</i> .....	18
<b>Figura 2</b> <i>Comprensión, una relación entre: lector, texto y contexto</i> .....	19
<b>Figura 3</b> <i>Proceso de la comprensión - información</i> .....	20
<b>Figura 4</b> <i>Comprensión - puntos de partida</i> .....	21
<b>Figura 5</b> <i>Niveles de comprensión e indicadores</i> .....	22
<b>Figura 6</b> <i>Estrategias para una comprensión eficiente</i> .....	23
<b>Figura 7</b> <i>Tipos de planos</i> .....	25
<b>Figura 8</b> <i>Realidad Aumentada</i> .....	27
<b>Figura 9</b> <i>AutoCAD 2D y 3D</i> .....	28
<b>Figura 10</b> <i>SketchUp y Augin</i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Procesos cognitivos de rango superior</i> .....	34
<b>Figura 12</b> <i>Proceso metodología ABP</i> .....	37
<b>Figura 13</b> <i>Diseño del ABP del Proyecto</i> .....	48
<b>Figura 14</b> <i>Resultado Cuestionario evento inicial</i> .....	50
<b>Figura 15</b> <i>Resultado aplicación Test habilidad espacial</i> .....	52
<b>Figura 16</b> <i>Resultado aplicación Test razonamiento espacial</i> .....	54
<b>Figura 17</b> <i>Resultado aplicación Test cartas de rotación</i> .....	55
<b>Figura 18</b> <i>Resumen necesidad de saberes de los trabajadores</i> .....	59
<b>Figura 19</b> <i>Indicaciones y capacitación al personal</i> .....	60
<b>Figura 20</b> <i>Curva S Programado vs. Ejecutado</i> .....	66
<b>Figura 21</b> <i>Uso de recursos, aplicaciones o software</i> .....	68
<b>Figura 22</b> <i>Satisfacción del personal operativo tras la ejecución del proyecto</i> .....	70

<b>Figura 23</b> <i>Análisis FODA del Montaje Enfriador</i> .....	75
<b>Figura 24</b> <i>Difusión o presentación de resultado</i> .....	76
<b>Figura 25</b> <i>Implementación del ABP del Proyecto</i> .....	78

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por iluminar mi camino y concederme la sabiduría para desarrollar el presente trabajo a beneficio de mis semejantes.*

*A mis padres, hermano y familia quien con su amor, apoyo incondicional y cariño, me han acompañado y respaldado en este objetivo de vida.*

*Al Sr. Manuel Cuestas e Ing. David Cuestas, Mg. por brindarme la oportunidad de aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos en mi vida profesional en Macusa Industrial. A mis colegas, Jhon y Paúl tras su apoyo en las diversas actividades del proyecto planteado.*

*A mi director, Lcdo. Carlos Hernández, M.Sc. por su guía, comprensión y seguimiento durante el desarrollo del presente trabajo.*

*Finalmente, a mis compañeros de maestría y docentes con quienes compartí gratos momentos y adquirí diversos saberes.*

*Joffre Alexander Espín Castro*

## DEDICATORIA

*Para el ámbito profesional, por una parte, el presente trabajo está dirigido hacia el personal de Macusa Industrial y así el desarrollo del talento humano con eficacia y eficiencia en los productos manufacturados, el desarrollo de proyectos y montajes.*

*Por otra parte, a la industria metalmecánica de la región, en el sentido de estudio, aplicación y mejora de lo realizado en el presente proyecto para la profesionalización del sector.*

*Para el ámbito educativo, docentes y estudiantes quienes pueden sacar provecho de un caso real de aplicación de contenidos abordados en las diferentes etapas de la formación académica.*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN**  
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA**  
**MATEMÁTICA**  
**COHORTE NOVIEMBRE 2022**

**TEMA:** COMPRENSIÓN DE PLANOS Y APRENDIZAJE BASADO EN  
PROYECTOS

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:** Proyecto de desarrollo

**AUTOR:** Ingeniero Joffre Alexander Espín Castro

**DIRECTOR:** Licenciado Carlos Alfredo Hernández Dávila, M.Sc.

**FECHA:** lunes, 15 de enero del 2024

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la comprensión de planos en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) del personal operativo de la empresa Macusa Industrial. Se realizó una investigación de enfoque mixto, alcance relacional, nivel descriptivo, diseño no experimental transversal y longitudinal con modalidad bibliográfica y de campo. La población consta de 10 trabajadores, quienes desarrollaron el montaje del Enfriador 327CC01, equipo encargado de reducir la temperatura del clínker de 1450 °C a 65 °C para la producción de cemento. Se aplicó la metodología del ABP, la cual involucra el diseño y la implementación, así como también test de habilidad espacial, razonamiento espacial y rotación. Además, se incorporó a la Realidad Aumentada (RA) y una encuesta de satisfacción en escala de Likert que permitió la validación de la hipótesis mediante prueba de Chi-cuadrado. Alcanzando los aprendizajes requeridos de rotación (86%) y próximos a alcanzar en

habilidad (53%) y razonamiento espacial (60%) como comprensión de planos, el ABP resultó un éxito por ejecutar lo programado en los tiempos planificados, obteniendo el 91% de satisfacción del personal en la encuesta realizada y la aceptación o aprobación del proyecto por parte de la empresa auditora. Mediante prueba de Chi-cuadrado, se valida que la comprensión de planos se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos. En conclusión, se tiene que el ABP no solo es una metodología de práctica docente, sino también es una estrategia formativa y de mejora continua para el ámbito industrial, ya que puede integrar métodos como el PHVA, DMAIC, FODA, entre otras; para volverla robusta en función del proyecto a desarrollar. Finalmente, se recomienda que para futuras aplicaciones del ABP se debería integrar la ejecución de dinámicas para estimular la cooperación, confianza, comunicación, respeto y creatividad entre las personas que ejecutarán el proyecto. Además de mantener un estricto control y mantenimiento de los recursos técnicos-operativos, tales como herramientas, equipos e instrumentos.

**DESCRIPTORES:** ABP, APRENDIZAJE, AUMENTADA, BASADO, CAD 2D 3D, COMPRENSIÓN, PLANOS, PROBLEMAS, REALIDAD.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN**  
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN ENSEÑANZA DE LA**  
**MATEMÁTICA**  
**COHORTE NOVIEMBRE 2022**

**THEME: UNDERSTANDING DRAWINGS AND PROJECT BASED  
LEARNING**

**DEGREE MODALITY:** Development project

**AUTHOR:** Ingeniero Joffre Alexander Espín Castro

**DIRECTED BY:** Licenciado Carlos Alfredo Hernández Dávila, M.Sc.

**DATE:** Monday, January 15, 2024

**ABSTRACT**

The goal of this investigation is to analyze the understanding of drawings in Project Based Learning (PBL) of the operational staff as part of Macusa Industrial Company. A mixed approach research was carried out, relational scope, descriptive level, cross-sectional and longitudinal non-experimental design with bibliographic and field modality. The population consists of 10 workers, who developed the assembly of the 327CC01 Cooler, equipment responsible for reducing the temperature of the clinker from 1450 °C to 65 °C for cement production. The PBL methodology was applied, which involves design and implementation, as well as tests of spatial ability, spatial reasoning and rotation. In addition, Augmented Reality (AR) and a satisfaction survey on a Likert scale were incorporated, which allowed the validation of the hypothesis using a Chi-square test. Achieving the required learning of rotation (86%) and close to achieving in skill (53%) and spatial reasoning (60%) as well as understanding of drawings, the PBL was a success for executing what was programmed in the planned times, obtaining 91% of staff satisfaction in the survey carried out and the acceptance or approval of the project by the auditing company. Using a Chi-square test, it is validated that the understanding of plans is significantly related to project-based

learning. In conclusion, PBL is not only a teaching practice methodology, but it is also a training and continuous improvement strategy for the industrial field, since it can integrate methods such as PDCA, DMAIC, SWOT, among others; to make it robust depending on the project to be developed. Finally, it is recommended that for future applications of PBL, the execution of dynamics should be integrated to stimulate cooperation, trust, communication, respect and creativity among the people who will execute the project. In addition to maintaining strict control and maintenance of technical-operational resources, such as tools, equipment and instruments.

**KEY WORDS:** PBL, LEARNING, AUGMENTED, BASED, 2D 3D CAD, UNDERSTANDING, DRAWINGS, PROBLEMS, REALITY.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1. Introducción

En la actualidad muchas personas se dedican al montaje de objetos de gran magnitud como puentes, edificios y diversas estructuras. El obtener un ensamble satisfactorio requiere de conocimientos matemáticos, ingeniería y diversos recursos. Cuando existen errores o no conformidades en el desarrollo de las actividades, entonces se recae en reprocesos que son pérdidas de recursos (dinero): tiempo, materiales e insumos. Es así como toda organización debe precautelar que dichos errores no se cometan mediante la formación del personal, asignación de recursos necesarios y acompañamiento durante la ejecución del trabajo encomendado.

El presente proyecto tiene como línea de investigación el desarrollo del talento humano, cuyo propósito es lograr la comprensión de planos y el aprendizaje basado en proyectos, llevados a cabo por la empresa Macusa Industrial en una población de 10 personas que conforman el personal operativo. La metodología empleada es el Aprendizaje Basado en Proyectos y la estructura de los diversos temas del trabajo es la siguiente:

Capítulo I: muestra los diversos aspectos que componen el proyecto de desarrollo, el planteamiento del tema de investigación, la justificación del estudio y los objetivos tanto general como específicos.

Capítulo II: destinado al marco teórico que comprende los antecedentes investigativos y la fundamentación científica, sustentan el trabajo de titulación con artículos de revistas, tesis de maestría tanto internacionales como nacionales.

Capítulo III: comprende al marco metodológico: tipo de investigación, población, hipótesis, recolección de información, procesamiento y análisis estadístico.

Capítulo IV: presenta los resultados y discusión de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos mediante la comprensión de planos.

Capítulo V: establece conclusiones, recomendaciones, exhibe la bibliografía y anexos empleados.

Capítulo VI: finalmente, se describe los diferentes aspectos que componen la propuesta.

## **2. Justificación**

La importancia de este estudio radicó en proponer metodologías, estrategias o tácticas para lograr la comprensión de planos de diseño por parte del personal operativo de Macusa Industrial y así mitigar las no conformidades del cliente por cuanto al trabajo encomendado.

El impacto del estudio se apreció en la dinámica de trabajo del personal operativo, de tal manera que no se repitan los errores del pasado: desperdicios de material, reprocesos, atrasos en la entrega del producto al cliente, entre otros. Además, con el tema planteado se generó un soporte o ayuda para que los docentes puedan enseñar a los alumnos materias relacionadas con el dibujo técnico, razonamiento espacial y abstracto.

Los beneficiarios directos fueron 10 trabajadores del personal operativo de Macusa Industrial, mientras que los indirectos son: jefe de Taller, jefe de Diseño, jefe de Proyectos, Gerente General, clientes; así como docentes y futuros estudiantes.

Lo novedoso del estudio se encontró en la enseñanza de la matemática a trabajadores operativos y no a estudiantes, siendo un caso práctico, real o posterior a la culminación del rol estudiantil. Así, se obtuvo una retroalimentación para mejorar la enseñanza a los futuros aprendices de temas relacionados.

La originalidad del presente trabajo estuvo orientada en comenzar desde un caso en particular y dirigirse hacia la generalización a través de la réplica en empresas similares de la localidad, del país y adaptación el ámbito educativo.

El proyecto fue factible debido a que en él intervinieron recursos humanos, tecnológicos, materiales y técnicos ya disponibles en la empresa, sin la necesidad de incurrir en mayor inversión económica.

Este tema fue pertinente a la Maestría en Educación con mención en Enseñanza de la Matemática porque en el currículo vigente se destina al Bloque 2 para que se aborde a la Geometría y Medida. Este bloque comprende el descubrimiento de las formas, figuras, en dos y tres dimensiones que se encuentran en el entorno; analiza sus atributos, determina las características y propiedades para que el estudiante identifique los conceptos e identifique la estrecha relación con las unidades de medida.

Si bien es cierto que la geometría llega a ser abstracta, también es cierto que es fácil de visualizarla; de esta manera el conocimiento desprendido del bloque se vuelve significativo al relacionar el contenido con la vida real o cotidiana. Así, la comprensión de la geometría y medida es tema de análisis para establecer una correcta relación con el mundo que percibimos.

### **3. Objetivos**

#### **3.1.General**

Analizar la comprensión de planos en el Aprendizaje Basado en Proyectos.

#### **3.2.Específicos**

- Fundamentar teóricamente la comprensión de planos y el Aprendizaje Basado en Proyectos.
- Diagnosticar el nivel de comprensión de planos del personal operativo.
- Aplicar la metodología ABP con el personal operativo.
- Evaluar la satisfacción del Aprendizaje Basado en Proyectos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Se desarrolló la búsqueda de antecedentes en las fuentes de información de acceso para la Universidad Técnica de Ambato, tales como Repositorio Institucional, E-books, Journals y Bases de Datos Libres disponibles a través de la biblioteca Institucional, presentados a continuación:

Moreno y Quiplidor (2018) en su artículo respecto a la comprensión de la forma arquitectónica y su relación con el lenguaje gráfico tuvo como objetivo efectuar trabajos apoyados en estudios de diferentes plantas y adaptarlas a las diversas tipologías barriales. La metodología empleada fue una propuesta de actividades con estrategia aula-taller a cielo abierto. Los investigadores obtuvieron como resultado que el representar planos en escala 1:1 ayuda a entender las dimensiones abstractas del papel, además mencionaron que se puede emplear legos para dicha representación. Concluyeron que la metodología didáctica empleada sirve como apoyo para la formación de los estudiantes. El aporte de este estudio a la presente investigación radica en representar los planos de montaje en objetos a escala real.

Gutiérrez y Meza (2019) en su tesis de maestría sobre el diseño de un ambiente B-Learning para la estimulación de la inteligencia espacial, buscó diseñar dicho ambiente para la enseñanza del dibujo técnico y de procesos de fabricación digital en Institutos Técnicos Industriales. La metodología empleada fue un enfoque mixto con diseño experimental de nivel aplicativo y modalidad bibliográfica, documental y de campo. Se concluyó que el ambiente B-Learning estimuló eficazmente la inteligencia espacial: percepción espacial en un 25.3%, de rotación mental en un 20.18% y de visualización espacial en un 26.85%. El

aporte de este estudio a la investigación fue en cuanto a la aplicación de los test para diagnosticar el nivel de comprensión de planos del personal operativo.

Laurens (2019) en la publicación de su artículo sobre la Realidad Aumentada (RA) como propuesta metodológica para la didáctica de diseño industrial en el ámbito universitario, tuvo como objetivo describir el paso a paso de la aplicación de herramientas informáticas y así facilitar el aprendizaje del razonamiento espacial de los alumnos. Mediante el diseño aplicativo para su ejecución en 16 semanas, elaboró una colección de figuras geométricas con *software* de modelamiento 2D y 3D. Concluyó que la Realidad Aumentada se puede utilizar para la elaboración de contenido educativo y es una estrategia válida para en el área de dibujo técnico. El aporte de Laurens al presente trabajo fue con las opciones del *software* destinados para la Realidad Aumentada.

Cho y Suh (2019) mediante su artículo relacionado con la comprensión de la capacidad espacial en la educación en el diseño de interiores con dominio en la visualización de 2D a 3D como predictor del rendimiento de diseño, en una población de 40 estudiantes universitarios en Corea del Sur, tras la aplicación de pruebas generales de habilidad espacial, destaca la necesidad de fomentar la competencia de visualización de 2D a 3D para mejorar el rendimiento del diseño en la educación. Concluyeron que los educadores necesitan nutrir la capacidad de visualización de los estudiantes de segunda a tercera dimensión en la enseñanza de la comunicación del diseño. El aporte de los autores a la investigación se traduce al ámbito industrial como capacitación continua al personal tras la aplicación de los test de diagnóstico.

Amancha (2021) trabajó en su tesis de maestría sobre las fases de resolución de problemas empleando el método Polya en el desarrollo del pensamiento abstracto tuvo el

propósito de analizar el impacto de dicho método en 21 estudiantes. La metodología fue de enfoque cuantitativo de tipo explicativo, aplicando un pretest y postest con base en el componente de razonamiento abstracto del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT-5). Concluyó que el método Polya es una herramienta para el desenvolvimiento de las competencias y habilidades que conciernen al pensamiento abstracto; el impacto logrado en el desarrollo del pensamiento abstracto de los estudiantes luego de siete sesiones de aprendizaje con el método de Polya alcanzó un 44,86% de mejoría. El aporte de Amancha a la investigación consiste como opción para el futuro entrenamiento en razonamiento espacial del personal de la empresa.

Chicaiza (2022) en su tesis de maestría sobre el conocimiento previo y el rendimiento académico en la matemática tuvo como objetivo el analizar la incidencia de la variable independiente sobre la dependiente. El autor empleó una metodología de nivel exploratorio, descriptivo y correlacional, en el cual se reflexionó sobre la cantidad de teoría encontrada, tras estudiar una población de 120 estudiantes y 6 docentes. Concluye que el aprendizaje significativo nace de los conocimientos previos y que los docentes están llamados a reforzar dichos conocimientos sobre todo en el área de matemática que tiene contenidos secuenciales y de utilidad para la resolución de problemas cercanos al contexto de cada estudiante. El aporte del autor al trabajo de investigación consiste en contribuir con argumentos para la futura capacitación del personal operativo en temas técnicos que aparentemente ya son de conocimiento y dominio.

Acosta (2022) en su tesis que aborda a las herramientas Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y el proceso de enseñanza aprendizaje de Geometría Analítica en Bachillerato, a través de un enfoque de investigación cuantitativo y cualitativo en una

población de 80 estudiantes, obtuvo que la mayoría de los estudiantes utilizan con frecuencia el email, redes sociales o servicios de mensajería (*WhatsApp, chat*) en el ordenador, tableta o celular. Los estudiantes consideran que las TAC son una herramienta importante para sus estudios y que su uso ha cambiado radicalmente el proceso enseñanza – aprendizaje. Otro resultado fue que el 72.5% de los estudiantes obtuvo una calificación superior (9-7) tras la aplicación de las TAC. En conclusión, el autor recomienda el uso de las TAC para fortalecer el aprendizaje de las diversas asignaturas. El estudio aporta a la presente investigación ya que se ha considerado a *WhatsApp* como una TAC y canal de comunicación con Ingeniería durante el desarrollo del proyecto.

Irua (2022) en su tesis de maestría respecto a los estilos de aprendizaje y la enseñanza de la trigonometría para tercer año de Bachillerato en Ciencias tuvo como objetivo determinar la relación entre dichas variables. La metodología empleada fue con una muestra no probabilística por conveniencias, conformada por 70 estudiantes, con un enfoque cuantitativo de diseño cuasi experimental de pre test y post test con grupo de control no equivalente y alcance correlacional. Concluyó que existe diferencias significativas ( $p = 0,002$ ,  $r = 0,37$ ) al implementar los siete estilos de aprendizaje a la enseñanza de la Trigonometría; determinaron una relación moderada y directa entre los estilos de aprendizaje Reflexivo ( $\tau = 0.404$ ,  $p < 0,05$ ) y Teórico ( $\tau = 0.404$ ,  $p = 0,008$ ) con el nivel educativo de los estudiantes, destacándose el estilo de aprendizaje Reflexivo como predominante con un nivel de preferencia “MODERADO”. El aporte del estudio a la investigación radica en la difusión de los resultados a la empresa auditora del cliente mediante una reunión virtual para mostrar un correcto desarrollo de su pedido.

Pico (2022) en su tesis de maestría sobre Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) para el fortalecimiento de la enseñanza aprendizaje de geometría analítica en décimo año de Educación General Básica tuvo como fin obtener un diagnóstico sobre la situación actual de los EVA en la asignatura de matemática dentro y fuera del aula. El autor manejó una población de 17 estudiantes y 6 docentes, aplicando la metodología ADDIE: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación; creó un sitio web (Moodle) para el fortalecimiento en la asignatura de matemática bloque curricular de geometría. La investigación permitió complementar el trabajo presencial realizado por los docentes y estudiantes. Se concluye que se obtuvo acceso recurrente al EVA por parte de los estudiantes, así como a conocimientos específicos, además de que los alumnos estaban motivados e interesados por el conocimiento. El aporte de este estudio a la investigación es referente a la plataforma de la empresa Moodle, la cual se destinará también para fortalecer conocimientos específicos en matemática y complementar el trabajo presencial realizado por Ingeniería en beneficio de los trabajadores.

Altamirano (2022) en su tesis de maestría abordó a la realidad aumentada como herramienta de enseñanza en el aprendizaje de vectores. El autor empleó la investigación de tipo cuantitativo con alcance correlacional, pruebas estadísticas, diseño cuasi experimental de preprueba - postprueba y escala de Likert validada por expertos para usar aplicaciones como: Metaverse Studio, Blender y Unity con la finalidad de crear experiencias dinámicas en 2D y 3D. El resultado fue la interacción de los estudiantes con las figuras creadas. Se concluye que la Realidad Aumentada ha facilitado y fortalecido el proceso de enseñanza aprendizaje. Esta investigación aporta al presente trabajo al presentar software como alternativas para la Realidad Aumentada y su interacción con las personas.

Nápoles y Loyola (2018) en su artículo de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de dibujo para ingenieros mecánicos tuvo como objetivo el mostrar la efectividad del método, teniendo en cuenta una nueva conceptualización y pasos para la aplicación en la docencia. La metodología empleada fue a nivel teórico, el análisis - síntesis y revisión documental, aplicó pruebas comprobatorias antes y después de la implementación del ABP en una muestra intencional de 11 estudiantes. Concluyó que el método propicia el desarrollo integral del profesional en formación, estimula la creatividad y el compromiso ante una situación problemática. Así también los estudiantes mostraron una mejora de la habilidad interpretar para la solución de problemas de la gráfica en ingeniería. El aporte del estudio a la investigación fue referente a propiciar el compromiso ante una situación problemática.

Rico et al. (2018) en su artículo sobre la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada tuvieron como objetivo evaluar la eficiencia del uso del ABP de forma transversal en un grupo de 30 estudiantes. El trabajo permitió desarrollar habilidades de investigación incrementando las capacidades de análisis, síntesis y logrando una experiencia educativa motivada para los estudiantes. Se concluye que el ABP le permite al profesor guiar los proyectos de una manera sistemática y documentada. La investigación aporta al presente trabajo con la estructura para la presentación del mismo e informe ante la empresa.

Acevedo et al. (2018) en su artículo publicado sobre el proyecto como estrategia didáctica para desarrollar competencias en estudiantes de ingeniería, alcanzaron su objetivo de analizar y evaluar las ventajas obtenidas al implementar dicho tema. Los autores utilizaron la metodología basada en proyectos en 2 grupos de ingeniería en logística que cursaron la asignatura de Diseño de embalaje en dos periodos diferentes. Como resultado del análisis y

conclusiones, manifiestan cimentar un cambio para que otros docentes continúen con el mismo criterio del ABP, ya que se adquiere un aprendizaje significativo y se alcanza competencias necesarias ante exigencias del mercado laboral. El aporte del estudio a la investigación es la apertura del uso del ABP en el ámbito laboral.

Ye-Lin et al. (2019) en su artículo sobre el diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos (288 estudiantes) de máster en ingeniería, empleó el Aprendizaje Basado en Proyectos. El objetivo fue valorar una propuesta formativa empleando al ABP y al portafolio como métodos. El investigador obtuvo que el 86% de los alumnos valoran positivamente la metodología empleada, consideran que les proporciona una visión más aplicada de la asignatura al igual que ha favorecido la comprensión, integración, aplicación y pensamiento práctico, análisis - resolución de problemas y comunicación efectiva. Esta investigación aporta al presente trabajo en el comparativo de resultados en el análisis y discusión.

Laguado et al. (2019) en su artículo sobre el aprendizaje basado en proyectos, una experiencia en las prácticas industriales del programa de ingeniería industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander, tuvo como objetivo propiciar la integración universidad-comunidad empresarial y brindarle al estudiante la oportunidad de desarrollar las competencias generales y específicas adquiridas en el campo de la ingeniería industrial. La población corresponde a la del período 2015-2017 donde se obtienen 204 cuestionarios válidos. Se calculó y tomó una muestra aleatoria de 81 cuestionarios para conocer la experiencia del ABP. El resultado fue la valoración muy positiva por los estudiantes al buscar la solución al problema planteado, el 50.6% dicen que aprendieron bien y el 45.7% muy bien.

Se observó que los estudiantes detectan las problemáticas empresariales y dan alternativas como aportes para la solución de problemas. Se concluye que la estrategia formativa del ABP es una experiencia significativa en el desarrollo de las prácticas industriales. El aporte del estudio a la investigación consiste en el soporte de su aplicación al ámbito industrial, análisis y discusión de los resultados.

Berazadi (2021) en su trabajo de fin de máster cuyo título es enseñar a integrar estrategias Lean Six Sigma en el sector de la restauración a través de un aprendizaje basado en proyectos, se planteó el objetivo de cambiar la tendencia negativa y proporcionar herramientas eficaces y válidas, recurriendo además a la metodología PHVA y DMAIC. Se expone un modelo de esta estrategia a modo de un ABP, se desglosa su adaptación, se presenta una propuesta didáctica, su planificación de desarrollo y evaluación final. El autor concluye que es crucial intervenir en el aprendizaje de futuros profesionales para interiorizar valores de mejora continua, para este propósito se ha diseñado un proyecto basado en el ABP haciendo referencia al refrán: es mejor enseñar a pescar que dar la caña. La investigación de Berazadi aporta al presente trabajo con el diseño y la estructura del mismo.

Coello et al. (2022) en su artículo sobre el diseño de recursos didácticos con aprendizaje basado en proyectos para el módulo de metalmecánica, con el objetivo de fundamentar el método en 15 estudiantes mediante la construcción de maquetas afines al área de electromecánica automotriz. Pretendiendo afianzar los contenidos, discutieron que el posible éxito o fracaso de una propuesta depende en gran medida de los aspectos organizativos y el material a ser empleados para la búsqueda. Llegaron a la conclusión de que los estudiantes sienten el deseo de aprender siempre y cuando se vean en la posibilidad de poner en práctica todas sus habilidades. El aporte del estudio a la investigación radicó en la

minuciosidad al momento de realizar el cronograma y la definición de entregables o avance. Además de definir los recursos a ser empleados.

Chio Cho y Rueda (2022) en su artículo respecto a un caso de estudio de integración del Aprendizaje Basado en Proyectos en el programa de ingeniería tuvo como objetivo realizar el diseño y la construcción de estructuras a escala que emulara una planta relacionada con una aplicación real. La población estaba constituida por 14 estudiantes del curso de microcontroladores y 15 del de diseño mecatrónico. Los estudiantes cumplieron con las actividades planteadas, el 95% de ellos realizaron las entregas y el 5% no realizó alguna. Los investigadores concluyeron que existe gran satisfacción en los estudiantes durante las 13 semanas que se tuvo para diseñar, construir y validar el prototipo. Dicha actividad fue importante para su formación, relacionando el nuevo conocimiento con los anteriores, facilitando el aprendizaje de la materia y reforzando temas. Esta investigación aporta al presente trabajo en el análisis y discusión de resultados como comparativa referente a la curva S planteada vs. ejecutada.

Terenzano et al. (2022) en su artículo sobre el aprendizaje basado en retos: una estrategia para la integración de saberes en asignaturas de proyecto final de carreras de ingeniería, tuvo el propósito de evaluar la implementación de un piloto del ABP, en el que se utiliza el Pensamiento de Diseño (PD) como metodología didáctica para el abordaje del proyecto. La solución termina en un diseño preliminar elaborado con herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD). Además de que es imprescindible desarrollar competencias de comunicación asertiva entre docentes, estudiantes y usuarios, para acordar pautas concretas en cuanto actividades, resultados, plazos y manejo de la información. Los investigadores concluyeron que el PD es apropiado para guiar el proceso ABP. El aporte del

estudio a la investigación se encuentra plasmado como recomendación tras su análisis y discusión referente a la comunicación asertiva.

Covarrubias et al. (2023) en su artículo sobre el aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de la Educación Basada en Competencias (EBC) en la carrera de ingeniería industrial en calidad de la universidad la Salle Noroeste, utilizaron el ABP para impulsar los aprendizajes de la automatización. La metodología empleada fue de tipo descriptivo con enfoque cualitativo y de diseño no experimental con corte transversal. Los investigadores concluyeron que en 12 alumnos el ABP permitió desarrollar un proyecto de forma sistemática. Así también manifestaron que es necesario aplicar un buen seguimiento por parte del profesor. La investigación aporta al presente trabajo en cuanto a estructura del diseño e implementación del ABP. Además, contribuye como soporte en el análisis e interpretación de resultados referente a la Curva S.

## **2.2. Fundamentación científica**

La variable independiente identificada en el estudio es la comprensión de planos, mientras que la variable dependiente es el Aprendizaje Basado en Proyectos.

### **Comprensión de planos**

#### **Lenguaje**

El punto de partida para llegar a la comprensión de planos es el lenguaje. Entiéndase al lenguaje como la capacidad humana para comunicar pensamientos o sentimientos mediante un conjunto de signos escritos o de manera oral a través de sonidos articulados (Real Academia Española, s.f.). Todas las áreas del conocimiento tienen al lenguaje como punto en común. Si el estudiante manifiesta competencia en el lenguaje, entonces realizará las tareas orientadas en el contexto de las ciencias técnicas. Además, si el estudiante posee conocimientos, mantiene una posición dinámica para resolver un problema concreto y a través del lenguaje lo comunica, entonces el alumno “sabe hacer” lo encomendado (Cabrera-González, 2013).

#### **Análisis**

Cuando la persona manifiesta sus conocimientos, habilidades y capacidades en la práctica mediante un proceso lógico, entonces se dice que la persona ha realizado un análisis (Van Dijk, 2005). Para favorecer el trabajo en las diversas asignaturas se debe guiar a los estudiantes en el análisis de textos desde su lengua materna. En este proceso se debe establecer la relación entre lo que manifiesta el texto, la forma en que se dice y la intención con que se dice. El análisis posibilita al estudiante a apropiarse de los modelos constructivos. De igual manera, contribuye a la comprensión completa del texto (Cabrera-González, 2013).

## **Comprensión**

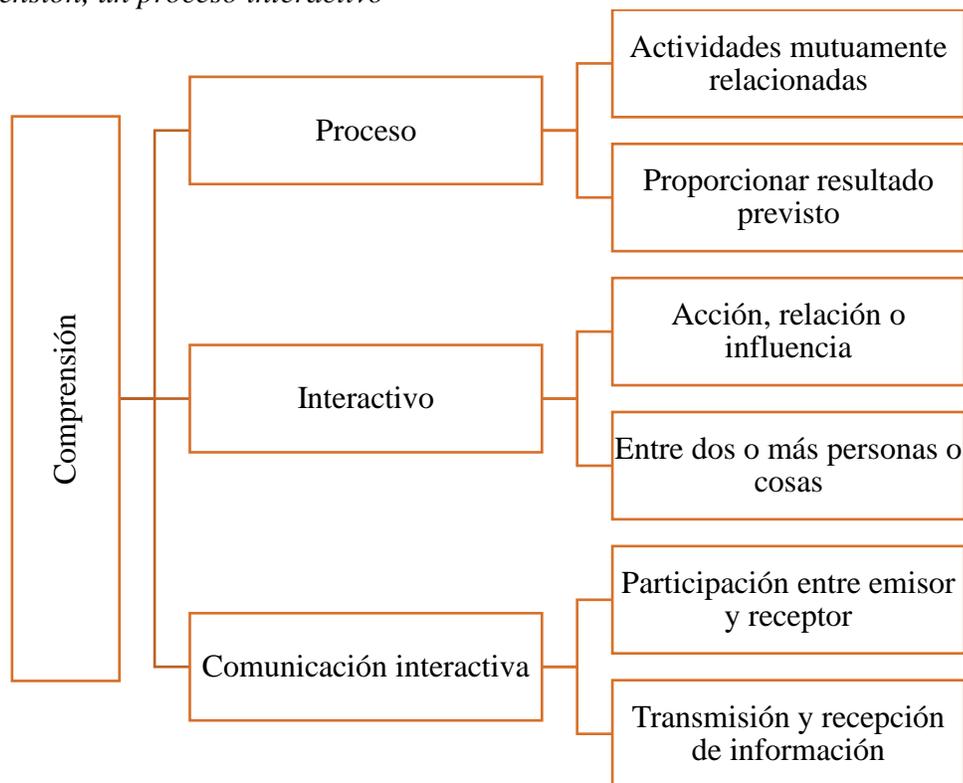
La definición de comprensión acorde al presente trabajo es la expuesta por Ada Cabrera-González (2013):

La comprensión es un proceso interactivo dado por la relación que se produce entre el lector, el texto y el contexto a través del cual el sujeto obtiene procesa, evalúa y aplica la información a partir de su conocimiento previo, experiencia, grado de motivación sobre el asunto que contiene el texto, y su concepción del mundo. (p.205)

Por una parte, el autor expresa que la comprensión es un proceso interactivo. Un proceso es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan entradas para proporcionar un resultado previsto (ISO, 2015). Por otro lado, también se menciona a la interacción, siendo esta la acción, relación o influencia recíproca entre dos o más personas o cosas (Real Academia Española, s.f.). Es decir, un proceso interactivo es una secuencia lógica de acciones relacionadas entre dos o más personas o cosas para obtener un resultado previsto en función de datos como entradas. La comunicación es interactiva cuando quienes participan (emisor y receptor) toman parte activa en el proceso, transmitiendo y recibiendo información (Bernal Álava y otros, 2022).

**Figura 1**

*Comprensión, un proceso interactivo*



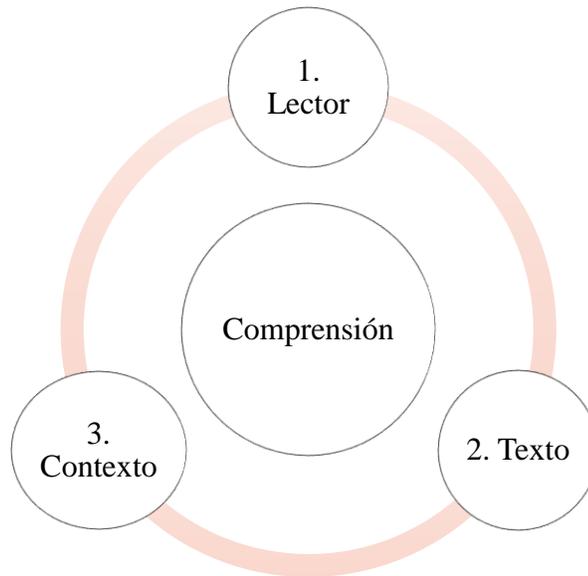
*Nota.* La figura esquematiza a la comprensión como un proceso interactivo (2024).

La comprensión es una relación entre el lector, el texto y el contexto. En primer lugar, el lector es una persona que al pasar la vista por un escrito o impreso percibe el significado de los caracteres empleados o el sentido de cualquier representación gráfica. En segundo lugar, un texto es una secuencia con valor comunicativo o un conjunto coherente de enunciados orales o escritos. En tercer lugar, el contexto es el entorno físico o de situación en el que se considera un hecho, es también el entorno lingüístico del que depende el sentido del texto (Real Academia Española, s.f.). La comprensión de un texto por lectura crítica involucra la percepción de relaciones entre el texto y el contexto. El leer exige al individuo el aporte de conocimientos previos, genera la deducción de lo que no se

manifiesta y el significado aparece de la cultura que comparten el lector y el autor (Blandón Ruiz, 2020).

## **Figura 2**

*Comprensión, una relación entre: lector, texto y contexto*

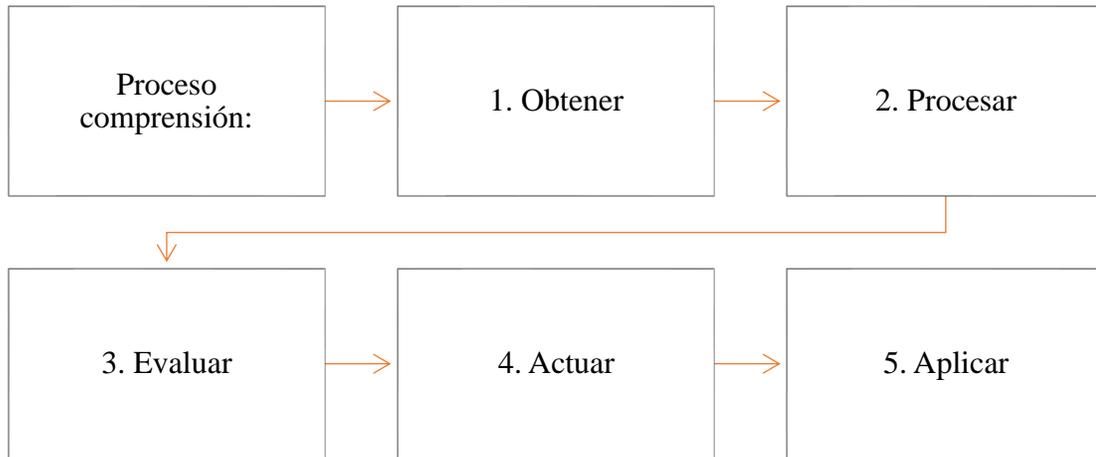


*Nota.* La figura representa a la comprensión como una relación entre el lector, el texto y el contexto (2024).

Durante el proceso de la comprensión, el lector obtiene, procesa, evalúa, actúa y aplica la información. La persona obtiene información de su conocimiento previo, experiencias, anécdotas, fuentes primarias, secundarias y terciarias (Cruz García, 2019). El enfoque de Solé y Cassany se pueden complementar en el proceso de lectura. El primer enfoque manifiesta tres procesos de intervención: antes, durante y después; mientras que, el segundo enfoque propone desarrollar nueve microhabilidades: percepción, memoria, anticipación, lectura rápida y atenta, inferencia, ideas principales, estructura y forma, leer entre líneas y finalmente la autoevaluación (Rodríguez Díaz, 2019).

### Figura 3

#### *Proceso de la comprensión - información*

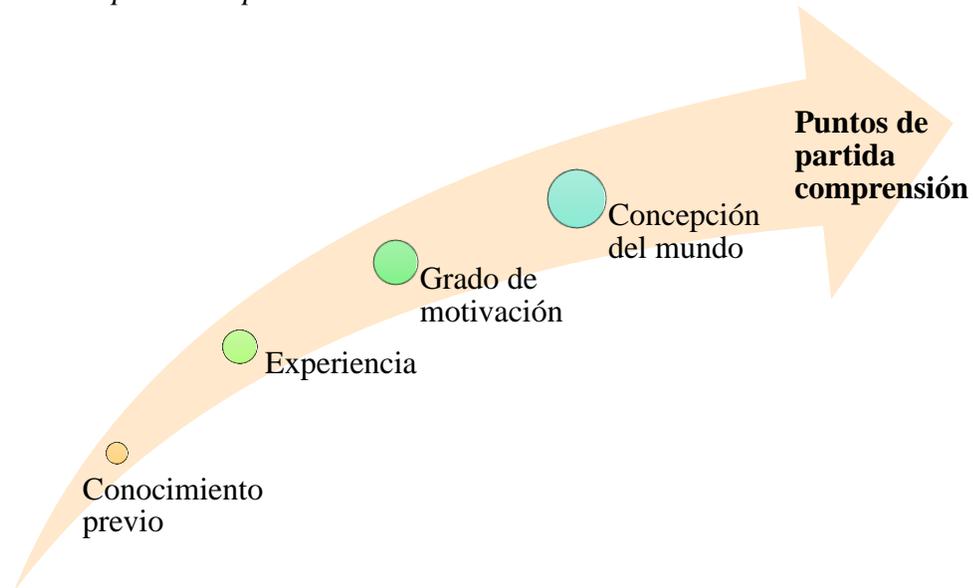


*Nota.* La figura representa el proceso de la comprensión (2024).

Los puntos de partida para la comprensión son el conocimiento previo, la experiencia, el grado de motivación y la concepción del mundo. En primer lugar, la información almacenada en la memoria de una persona respecto a una realidad recibe el nombre de conocimiento previo y es vital para el aprendizaje significativo (Centro Virtual Cervantes, s.f.); (Roa Rocha, 2021). En segundo lugar, cuando una práctica prolongada proporciona la habilidad o conocimiento para hacer algo, se denomina experiencia (Real Academia Española, s.f.). En tercer lugar, el grado de motivación debe ser tan relevante como para que la persona se disponga a aprender y lo continúe haciendo por su propio gusto (Naranjo Pereira, 2009). Finalmente, cuando el humano se explica los fenómenos de la sociedad, pensamiento del hombre o naturaleza mediante imágenes, representaciones, ideas y convicciones, se denomina concepción del mundo (Antezana Iparraguirre, 2021).

#### Figura 4

##### *Comprensión - puntos de partida*



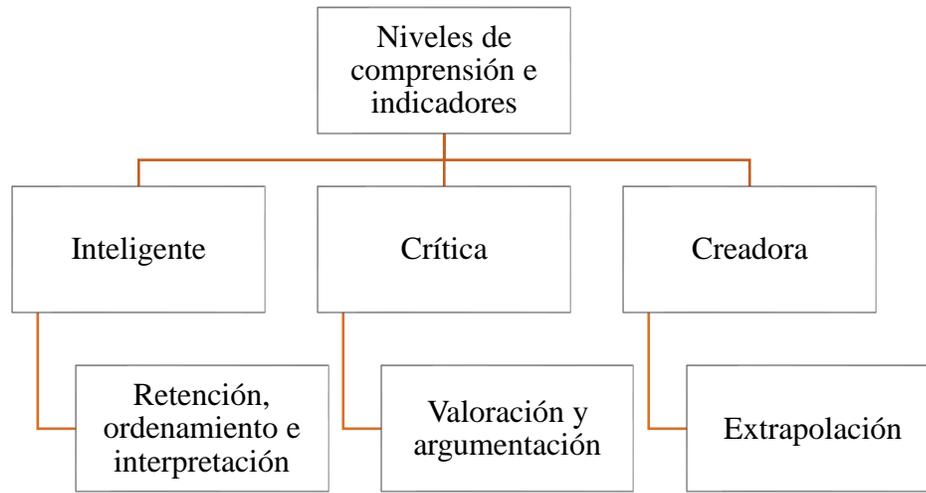
*Nota.* La figura muestra los puntos de partida de la comprensión (2024).

La comprensión implica la reconstrucción de significados. La persona debe darle sentido, establecer conexiones coherentes, entre los conocimientos que posee y los nuevos que proporciona un texto (Cabrera-González, 2013). El material de aprendizaje es dominante para que se establezca dicha conexión o relación (Roa Rocha, 2021).

Existen tres niveles de comprensión lectora: inteligente, crítica y creadora. En el primer nivel los indicadores son la retención, ordenamiento e interpretación de la información del texto. En el segundo, la valoración y argumentación de la información obtenida, mientras que en el tercer nivel lo es la extrapolación del contenido del texto a otros contextos (González Rivero y Santana Arroyo, 2017).

## Figura 5

### *Niveles de comprensión e indicadores*

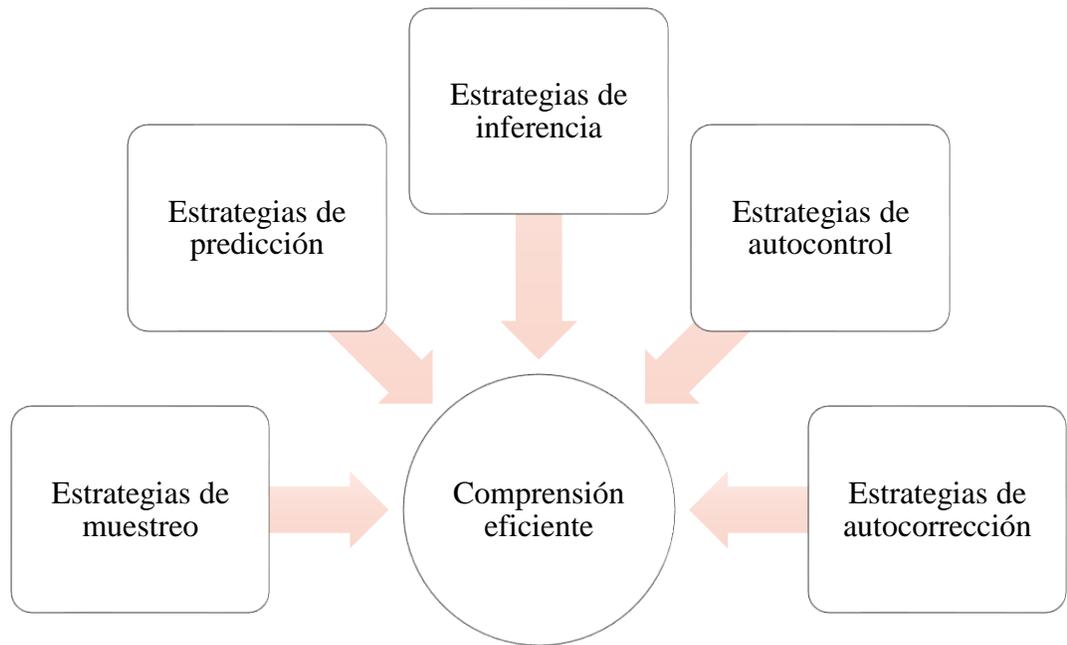


*Nota.* La figura muestra los niveles de la comprensión (2024).

La comprensión es eficiente cuando se supera los niveles mencionados mediante el desarrollo de diversas estrategias como la de muestreo, de predicción, de inferencia, de autocontrol y de autocorrección. En el muestreo se obtiene una visión o contexto general de lo que trata el contenido, en la predicción se anticipa ideas sobre el tema, las que se examinarán posteriormente, en la inferencia se obtiene información no expuesta literalmente o que es sobreentendida, en el autocontrol se verifica si lo comprendido es correcto, finalmente en la autocorrección se rectifica la interpretación en caso de existir un fallo (Cabrera-González, 2013).

## Figura 6

### *Estrategias para una comprensión eficiente*



*Nota.* La figura representa diversas estrategias para una comprensión eficiente (2024).

La variable independiente no solo está conformada por la comprensión, sino también por los planos.

### **Plano**

Un plano es la representación gráfica en una superficie bidimensional escalada de un objeto o área (Real Academia Española, s.f.). Los planos suelen realizarse sobre el papel o mediante software especializado para posteriormente imprimirse o guardarse en un archivo. El fin de un plano es proveer la información necesaria para la construcción, mantenimiento o análisis de un elemento o áreas (Camacho Cano y Bautista Díaz, 2017). Sirven para visualizar, calcular o diseñar objetos o espacios que se llevarán a la realidad (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

## **Aplicaciones**

Las aplicaciones de los planos son diversas según el ámbito en el que se los empleen. Por ejemplo, un plano se puede utilizar en geometría para el trazo de diversas figuras. En física para la representación de problemas asociados a tiro parabólico, movimiento rectilíneo uniforme o movimiento rectilíneo variado, así como también en vectores. Otros ámbitos pueden ser: ingeniería, arquitectura, construcción, urbanismo o diseño (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

## **Características**

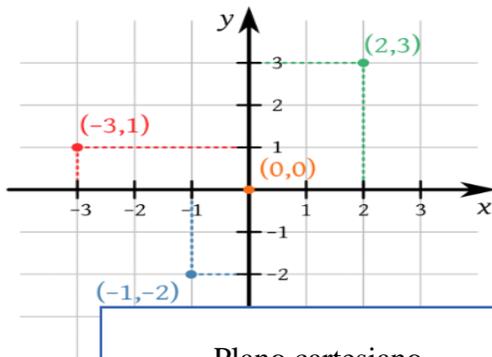
Para que un plano sea llamado como tal, debe contar con las siguientes características: ser elaborado en una superficie física o digital de ancho y alto, longitudinal y transversal, o eje X y eje Y, es decir, de dos dimensiones o bidimensional; debe representar un objeto o espacio real o que se hará realidad; contará con una escala para conocer su equivalencia con respecto a la realidad, además de proveer información suficiente para proyectar y ubicar objetos en el espacio (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

## **Tipos**

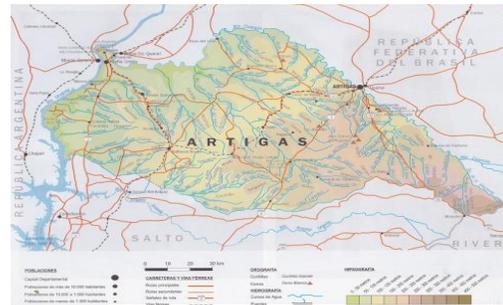
De acuerdo con el ámbito de conocimiento se puede emplear un plano adecuado. Por ejemplo, para geometría se puede utilizar el plano cartesiano, mientras que en física se puede recurrir a un plano de velocidad con respecto al tiempo o uno de posición en función del tiempo. También existe el plano cartográfico, conocido como mapa y el plano de dibujo técnico que es de interés para el presente estudio (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

## Figura 7

### Tipos de planos



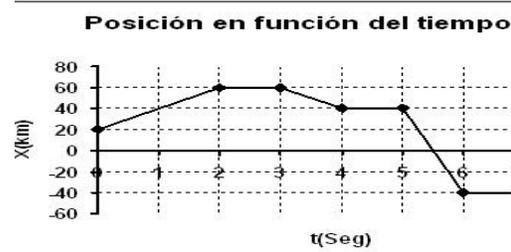
Plano cartesiano



Plano cartográfico



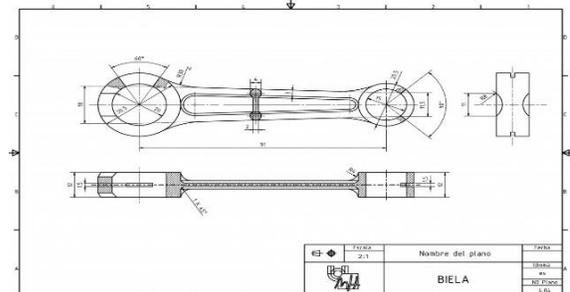
Plano en física:  $v(t)$



Plano física:  $r(t)$



Plano técnico arquitectónico



Plano técnico mecánico

*Nota.* La figura muestra ejemplos de diversos tipos de planos mediante imágenes referenciales con fines educativos. Fuentes: Equipo de Enciclopedia Significados (2023), Llopis (2016), Hernández (2014) y Solano (2011).

### **Plano de dibujo técnico**

Entre los planos de dibujo técnico constan los arquitectónicos y los de ingeniería. Respecto a ingeniería, estos pueden ser: mecánicos, eléctricos, de instalación, de tubería, de maquinaria, entre otros (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023). Para elaborar un plano de este tipo se debe seguir un manual de dibujo técnico. El documento establece las pautas respecto al papel de dibujo, la escritura y las líneas, la representación de piezas u objetos, la acotación de las piezas, los signos superficiales, la representación de intersecciones y perspectivas, la reducción de dibujos planos, entre otros (Schneider y Sappert, 2022).

### **Comprensión de planos**

Sintetizando la información respecto a la comprensión y a los planos en una definición, se resume a que la comprensión de planos es un proceso interactivo que relaciona a la persona, a la representación gráfica y al contexto para que el individuo extraiga información o datos, los procese, evalúe y aplique en el diseño de objetos reales o que se materializarán a futuro a partir de su conocimiento de la realidad, conocimiento de hacer algo, disposición para aprender y explicación de fenómenos mediante imágenes o representaciones.

### **Razonamiento espacial**

El razonamiento espacial es la habilidad de reflexionar sobre la visualización u orientación de objetos, sujetos o espacios, y sus posibles representaciones de partes, estructuras o transformaciones como: rotación, secciones, desarrollo, entre otros (Camacho Cano y Bautista Díaz, 2017). La inteligencia espacial permite formar un modelo mental del mundo en tres dimensiones (Gardner, 2001).

## **Realidad Aumentada (RA)**

La realidad aumentada es la creación de un entorno beneficiado mediante la combinación de información física e información digital en tiempo real a través de dispositivos móviles como *smartphones* o *tablets*. Se diferencia de la Realidad Virtual (RV) ya que no permite al usuario ingresar a un mundo alternativo simulado por computador. La realidad aumentada permite añadir información virtual a la información física, es decir, objetos irreales al entorno real. La RA se caracteriza por combinar elementos digitales como texto, gráficos, objetos en 3D, entre otros (Cabero Almenara y otros, 2018).

### **Figura 8**

#### *Realidad Aumentada*



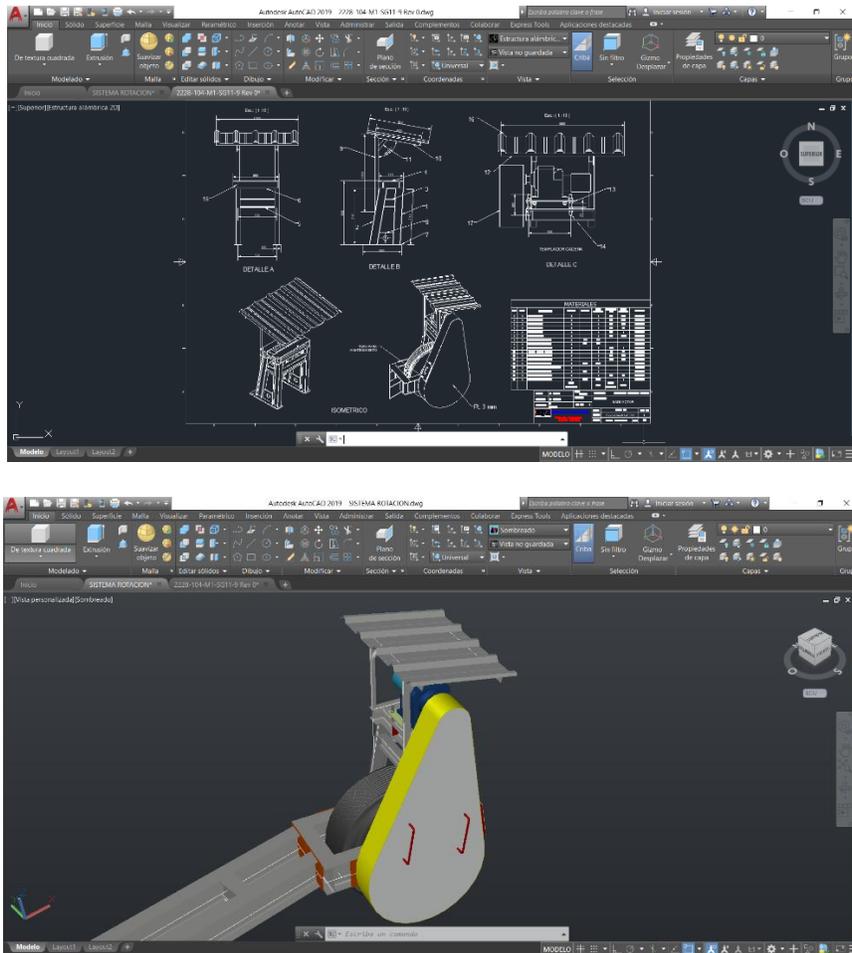
*Nota.* La figura muestra el uso de la realidad aumentada para visualizar un objeto virtual en un espacio físico real. A través del iPad se observa un objeto virtual que no está en el entorno físico (2024).

## AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora para dibujar y anotar geometría en 2D y modelos 3D como sólidos. Además, crea un espacio de trabajo personalizado. Este software agiliza los diseños en 2D o 3D completando los proyectos con mayor rapidez mediante automatizaciones. Sirve para representar objetos de distintos ámbitos: mecánicos, industriales, arquitectónicos, entre otros (Autodesk, 2017).

### Figura 9

#### AutoCAD 2D y 3D



*Nota.* La figura muestra un objeto en 2D y el mismo objeto en 3D desarrollado por Macusa Industrial en el software AutoCAD (2023).

## SketchUp

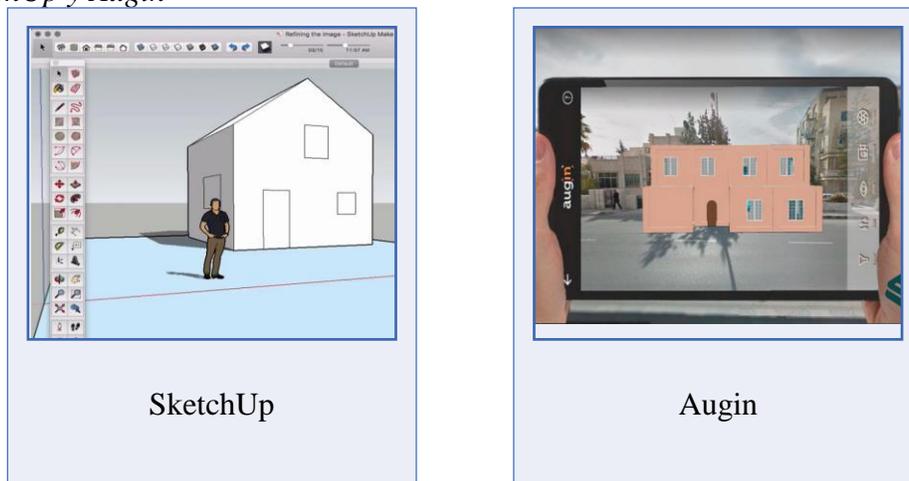
*SketchUp* es un software de diseño gráfico para el modelado de entornos en 3D. Es una de las herramientas más utilizada en el mundo con más de 41 millones de usuarios. Posee recursos de aprendizaje gratuito, modelado intuitivo y funciones eficientes. Las herramientas interconectadas ayudan a definir, refinar y actualizar conceptos (Trimble, 2012).

## Augin

*Augin* es una plataforma de realidad aumentada que garantiza un formato y experiencia de visualización más interactiva y realista para un proyecto. Busca optimizar la comunicación con clientes y empleados en el día a día. Visualiza los proyectos con fluidez y a escala humana. Cuenta con planes gratuitos y de paga. Sin embargo, permite probar la versión PRO10 de manera gratuita. Se encuentra disponible en *APPStore*, así como en *GooglePlay* (Augin, 2022).

### Figura 10

*SketchUp* y *Augin*



*Nota.* La figura muestra el entorno de *SketchUp* y la dinámica de *Augin*. Fuentes: Behnam (2022) y LaValley (2017).

## **Aprendizaje basado en proyectos (ABP)**

### **Pedagogía.**

La pedagogía es la ciencia de la educación cuya práctica es en determinada área del conocimiento (Real Academia Española, s.f.). La pedagogía es la ciencia encargada del estudio de la educación y la formación, enfocada en comprender cómo las personas aprenden y la mejora continua de dicho proceso (planificar, analizar, desarrollar y evaluar). Ciertas características son: la interdisciplinariedad, lo centrada en el estudiante, la investigación continua, lo influyente en la sociedad y la adaptabilidad a nuevas teorías, enfoques y avances. Existen diversas pedagogías como la infantil, la psicopedagogía, la pedagogía crítica, la conceptual, la tradicional y la de Waldorf. Así también, existen diversas áreas de estudio y aplicación de la pedagogía como: teorías del aprendizaje, diseño curricular, evaluación educativa, evaluación inclusiva, tecnología educativa, formación docente y la didáctica (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

### **Didáctica**

La didáctica es considerada como el arte de enseñar. Se asocia a las óptimas condiciones o lo adecuado para instruir (Real Academia Española, s.f.). Desde el plano ontológico, la didáctica se fundamenta en su capacidad de unir el mundo de los conocimientos de los procesos de enseñanza aprendizaje (de la teoría a la práctica) con el mundo del docente y del discente (Francisco Carrera y otros, 2016). La finalidad de la didáctica es optimizar los métodos, técnicas y herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. A nivel teórico se compila las normas y principios de la teoría de la enseñanza para estudiar, analizar, describir y explicar el proceso enseñanza-aprendizaje; mientras que, a nivel práctico, se trata como una ciencia aplicada donde se emplea las teorías de la

enseñanza o se propone modelos, métodos o técnicas para el proceso. Se consideran distintas didácticas como la general, la diferencial y la especial o específica (Equipo de Enciclopedia Significados, 2023).

### **Metodología activa**

Una metodología activa son el conjunto de técnicas y estrategias didácticas para el aprendizaje efectivo de los estudiantes. Esta metodología considera varios ejes como la comunicación efectiva, desarrollo de actividades significativas, participación en clase y fuera de ella, y la autonomía en el aprendizaje (Marquéz Aguirre, 2021). Una metodología activa es un proceso interactivo que considera al aprendizaje como un proceso constructivo y no repetitivo centrado en el estudiante (Universidad del País Vasco, s.f.). Algunas de las características de la metodología son: la flexibilidad, el enfoque práctico, la diversidad de estrategias, la evaluación formativa, el uso de tecnología y recursos multimedia, la participación del docente, el promover la innovación y el desarrollo de habilidades sociales y emocionales. Ejemplos de estas metodologías (de alrededor de 20 en existencia) son: aprendizaje cooperativo, aprendizaje y servicio, aula invertida, gamificación, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos (Ríos Reyes, 2023).

### **Definición de Aprendizaje Basado en Proyectos**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología colaborativa donde los estudiantes resuelven situaciones reales mediante el desarrollo de un producto. A través de esta metodología el estudiante se enfrenta a una situación que es posible le ocurra de manera semejante en el ejercicio de su vida profesional. Así, el ABP ayuda a relacionar directamente los contenidos y los resultados de aprendizaje. Por una parte, se tiene un trabajo organizado en grupo o grupos de estudiantes y, por otra parte, la supervisión

docente que contribuye en el desarrollo de las habilidades de sus alumnos. El ABP integra distintas áreas de conocimiento o asignaturas donde el material impartido por el docente y los saberes del alumno no son suficientes, dichos estudiantes deben investigar y aplicar los saberes adquiridos como señal de mayor responsabilidad en su aprendizaje (García Martínez y otros, 2022).

El aprendizaje basado en proyectos es una estrategia metodológica para resolver retos mediante un conjunto de tareas diseñadas y programadas. Finaliza con la difusión o presentación del producto elaborado por los estudiantes tras un proceso de investigación, creación y colaboración. Uno de los caminos para la mejora continua es la educación, en esta metodología, se desarrolla desde la incertidumbre, a través de la experiencia y construcción del conocimiento. De esta manera se puede llegar a un aprendizaje relevante y sostenible centrada en el “saber hacer” (Gobierno de Canarias, 2017).

### **Justificación del ABP**

Desde el ámbito educativo, los proyectos permiten que los docentes promuevan el desarrollo de competencias de los estudiantes y su propia capacitación profesional. A la par, los estudiantes se acercan al currículum con sentido y significado. Así, la enseñanza debe ser un diálogo que incorpore materiales y fuentes de información diversos. En la práctica, el estudiante aprende, hace y comunica el proceso y producto. De esta manera, el ABP considera un factor importante, el cual es la socialización (Gobierno de Canarias, 2017).

El Ministerio de Educación del Ecuador, a través de la Educación para la Democracia y el Buen Vivir, plantea el Programa de Participación Estudiantil (PPE) para que los estudiantes pongan en práctica su creatividad y conocimientos mediante

emprendimientos educativos interdisciplinarios al servicio de la comunidad. El desarrollo del programa es mediante la metodología ABP, ya que compromete activamente a los alumnos a trabajar en equipo y desarrollar habilidades tales como: colaboración, perseverancia y comunicación (Ministerio de Educación de la República del Ecuador, 2023).

Desde el ámbito profesional, un proyecto satisface requisitos específicos, con limitaciones de tiempo, recursos y costos. El no cumplimiento de aspectos referidos a procesos o al producto puede tener efectos significativos en el cliente, partes interesadas del proyecto o el mismo producto. Se requiere de un enfoque sistemático para la creación y mantenimiento de la calidad de un proceso y del producto de un proyecto (Organización Internacional de Normalización ISO, 2017). De acuerdo con la tipología, existen proyectos según el objeto de inversión: sean de creación de un nuevo negocio o proyectos de modernización. Este último comprende a la ampliación, outsourcing, internalización, reemplazo y abandono (López A, 2020).

### **Atributos del ABP**

Las cualidades o propiedades del aprendizaje basado en proyecto son siete: centrado en el alumno, aprendizaje activo, inclusividad, socialización rica, diseño abierto y flexible, interdisciplinariedad y evaluación como proceso: formativa y continua (Gobierno de Canarias, 2017).

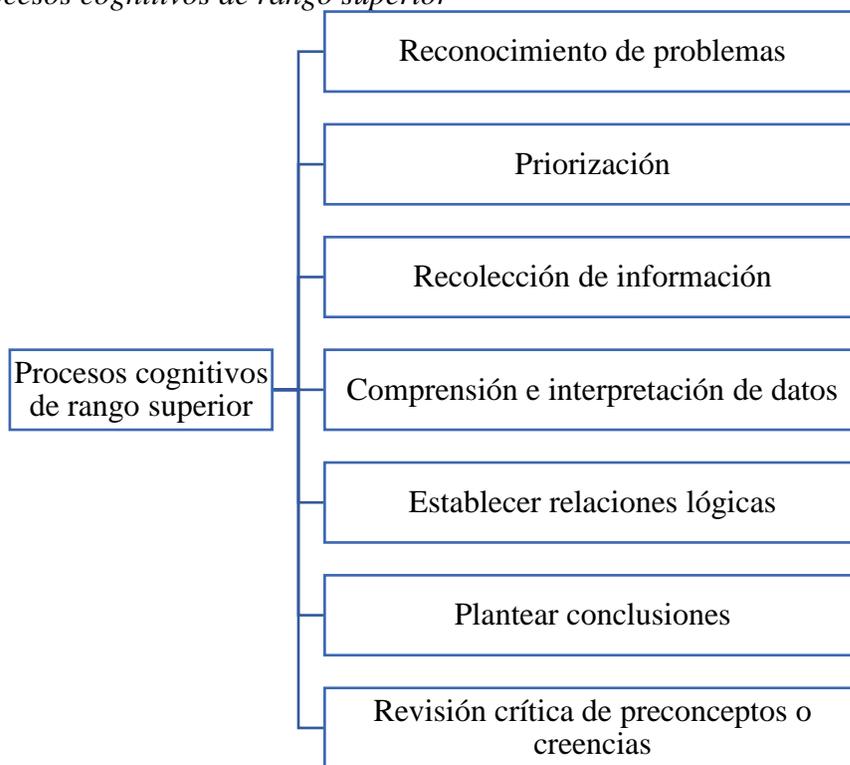
#### **Centrado en el alumno**

El objetivo de la metodología es que los estudiantes desarrollen un producto ante una problemática real. Dicho resultado final no está en ocasiones preestablecido por el docente. Durante el proceso de aprendizaje, el alumno genera productos para su propio

aprendizaje (García Martínez y otros, 2022). Se espera que el estudiante participe activamente en procesos cognitivos de rango superior (Formación en Red del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2015).

**Figura 11**

*Procesos cognitivos de rango superior*



*Nota.* Procesos cognitivos de rango superior. Fuente: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015).

### **Aprendizaje activo**

El aprendizaje activo es aquel en donde el estudiante es protagonista de su proceso de aprendizaje. De acuerdo con el cono de aprendizaje de Edgar Dale, en el aprendizaje activo, una persona después de 2 semanas puede recordar y escribir el 70% de lo que dijo para protagonizar un debate o mantener una conversación a manera de actividad participativa y receptiva. Asimismo, una actividad pura donde la tendencia es a recordar el

90% de lo que se dijo o hizo puede lograrse mediante una representación teatral, simular experiencias reales o realizar lo que se intenta aprender (Torres Villarreal y otros, 2015).

### **Inclusividad**

Por un lado, el ABP es una metodología inclusiva, ya que permite identificar los diferentes ritmos de aprendizaje del estudiante o la clase, así se puede establecer una propuesta de actividades en distintos grados de complejidad (Universidad Europea, 2023). La inclusividad proviene de la palabra inclusivo, es decir, integrar a alguien dentro de un conjunto o sus límites (Real Academia Española, s.f.). Por otro lado, la inclusividad es el no excluir a las personas (alumnos) por su género, origen étnico o social, lengua, religión, nacionalidad, situación económica o discapacidad (UNESCO, 2022).

### **Socialización rica**

Durante el desarrollo del ABP, los alumnos deben escuchar a sus semejantes y estar en capacidad de exponer con claridad sus ideas para crear un trabajo de calidad (Formación en Red del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2015). Al ser el ABP una metodología activa, la comunicación debe ser: profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-material didáctico y estudiante-medio (Marquéz Aguirre, 2021). De igual manera, al ser un aprendizaje colaborativo, los estudiantes comparten sus conocimientos, habilidades y experiencias (Ríos Reyes, 2023).

### **Diseño abierto y flexible**

El ABP es flexible y adaptable a las características y necesidades de cada grupo de estudiantes, donde se ajustan las actividades para lograr los aprendizajes específicos (Ríos Reyes, 2023). El producto debe ser desarrollable y tener un planteamiento abierto, es decir, no se espera una solución única, lo primordial es el proceso de la solución (García Martínez

y otros, 2022). El ABP considera en su diseño un reto o desafío a manera de pregunta abierta (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2015).

### **Interdisciplinariedad**

La interdisciplinariedad es la integración de conocimientos y habilidades de diferentes disciplinas para obtener uno o varios puntos de encuentro que, en cooperación, tratará un tema en particular o problema con diferentes enfoques (Espinoza Freire, 2018). Es decir, es composición de varias disciplinas científicas o culturales para producir algo (Real Academia Española, s.f.). Requiere de la participación de especialistas de diferentes áreas del conocimiento para llevarse a cabo (Pérez Porto y Merino, 2021).

### **Evaluación como proceso: formativo y continuo.**

La evaluación es la valoración de conocimientos, aptitud o rendimiento de una persona (Real Academia Española, s.f.). La evaluación formativa se desarrolla durante el proceso de formación o aprendizaje de la persona. Esta evaluación le permite al profesor realizar cambios en la metodología de enseñanza e informar a sus estudiantes sobre el avance y resultados parciales obtenidos en el proceso de aprendizaje (Ministerio de Educación de la República del Ecuador, 2017). La evaluación continua transcurre en un tiempo determinado e integra a las de tipo diagnóstica, formativa y sumativa; permite conocer el proceso de aprendizaje de las personas antes, durante y después del proceso (Arévalo Vargas, 2018).

## Desarrollo de capacidades

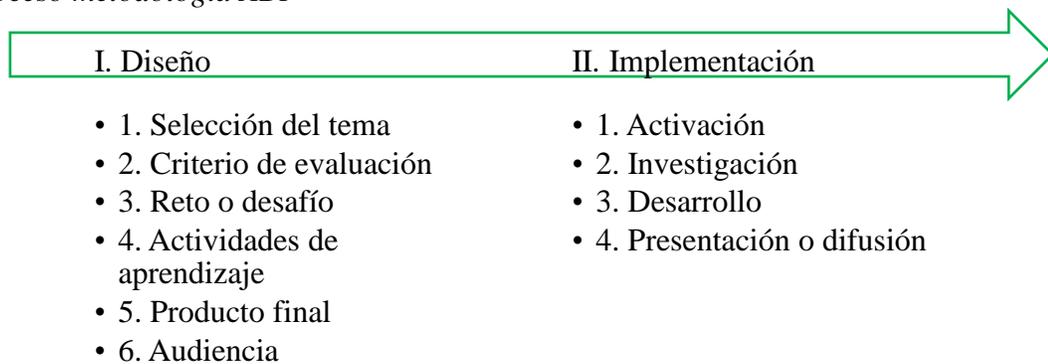
El ABP permite el desarrollo de la capacidad de utilizar y comunicar de manera crítica, disciplinada y creativa el conocimiento. La persona que aprende ha integrado sus saberes a los nuevos adquiridos por gestión de información y los convierte en conocimiento cuando los utiliza. El aprendizaje basado en proyectos, debido a sus atributos de inclusividad y socialización rica, permite el desarrollo de la capacidad para vivir y convivir con personas distintas. Finalmente, esta metodología activa permite el desarrollo de la capacidad para pensar, vivir y actuar con autonomía cuando la persona manifiesta sus ideas, argumentos y prejuicios durante el proceso del ABP (Gobierno de Canarias, 2017).

## Proceso

El aprendizaje basado en proyectos considera dos etapas: el diseño y la implementación. El diseño del proyecto se basa en el resultado final, entonces primero se define el producto y luego se planifica hacia atrás. Una vez definidas las actividades de aprendizaje en un tiempo determinado, se procede con el desarrollo de las mismas, también llamado implementación (Gobierno de Canarias, 2017).

## Figura 12

### *Proceso metodología ABP*



*Nota.* Proceso de la metodología del aprendizaje basado en proyectos. El punto 4 respecto a actividades corresponderá a la segunda etapa del ABP, la implementación (2024).

En primer lugar, se debe seleccionar un tema relevante o de interés para las personas, con aprendizajes contextualizados que las motive. En segundo lugar, los criterios de evaluación son aspectos que facilitan concretar los aprendizajes o acotan el proyecto. En tercer lugar, el reto o desafío planteado a manera de pregunta permite desarrollar la planificación para luego ser implementada. La planificación implica definir tiempos y actividades de aprendizaje a llevarse a cabo para superar el reto una vez se hayan implementado. Luego, se revisa que el producto final sea resultado del reto o desafío. Finalmente, se establece el público externo o audiencia a quienes se les presentará el producto, misma que puede estar conformada por: estudiantes, expertos, familiares, entre otros (Gobierno de Canarias, 2017).

Culminado el diseño, se procede con la implementación. Esta fase inicia con la activación de conocimientos previos por parte del estudiante. Por parte del docente, él preparará un evento inicial donde se abordará el contexto de desarrollo del proyecto, qué productos se tienen que elaborar, qué aprendizajes se espera lograr, los momentos en los que se debe entregar o presentar los avances y cómo se hará el seguimiento. En este punto se debe conectar los intereses de los estudiantes con los contenidos del área para que se produzca el aprendizaje (Gobierno de Canarias, 2017).

La investigación en la implementación tiene como punto de partida que el estudiante sea consciente de lo que sabe y de lo que necesita saber. El desarrollo es aplicar lo aprendido para elaborar el producto final, se puede utilizar aplicaciones o software específicos para este fin. Además, esta etapa permitirá identificar fortalezas y debilidades para establecer oportunidades de mejora. Concluyendo la fase de implementación, está la etapa de difusión donde se presenta a la audiencia el producto final. Dicha presentación

debe ser difundida en cualquier medio de la institución como página web, redes sociales, redes internas, entre otras (Gobierno de Canarias, 2017).

### **Principios**

El soporte del aprendizaje basado en proyectos radica en seis pilares. El primero, un currículum integrado, es decir, abordar distintas disciplinas a través de un tema. Segundo, el protagonismo compartido, donde el docente también debe aprender, ya que su rol está en crear los escenarios de aprendizaje para los alumnos. Tercero, lo inclusivo, presente al considerar los diversos ritmos de aprendizaje, intereses, capacidades, habilidades, entre otros. Cuarto, partir de un reto atractivo para los estudiantes que abarque sus intereses y los aprendizajes esperados. Quinto, la evaluación y reflexión continua para mejorar la calidad de los procesos y productos, además que el alumno aprende a evaluarse y ser evaluado. Para finalizar, la socialización y difusión, donde la comunicación se produce entre todos los involucrados del proyecto y una audiencia externa (Gobierno de Canarias, 2017).

Considerando los seis pilares o principios del ABP desde el punto de vista industrial, se tiene que un currículum integrado es una Gestión de la Calidad en Proyectos ya que incluye: sistemas de gestión de la calidad, responsabilidad de la dirección, gestión de recursos, realización del producto/servicio y la medición, análisis y mejora en proyectos. El segundo principio referente al protagonismo compartido se asocia con el compromiso de la alta dirección y su participación activa para crear una cultura para la calidad, proporcionando elementos de entrada en el proceso estratégico, facilitando las lecciones aprendidas y asegurando acciones de mejora continua en los proyectos presentes y futuros. El tercer pilar referente a lo inclusivo guarda relación con el enfoque al cliente, compromiso de las personas, gestión de las relaciones y liderazgo. El cuarto principio que es partir desde

un reto atractivo se enfoca en las cuestiones internas y externas de un proyecto como lo son: comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas, establecer o adoptar procesos necesarios para lograr resultados previstos, y determinar los riesgos/oportunidades relacionadas a los procesos del proyecto o salidas planificadas. El quinto pilar respecto a la evaluación y reflexión continua es el enfoque a procesos de la Norma ISO 10006:2017, Gestión de la calidad - Directrices para la gestión de la calidad en proyectos, donde se incorpora el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y el Pensamiento Basado en Riesgos. Como último pilar se tiene a la socialización y difusión, la cual se aborda como procesos relativos a la comunicación: planificación de la comunicación, gestión de la información y control de la comunicación (Organización Internacional de Normalización ISO, 2017).

### **Macusa Industrial**

Macusa Industrial es una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial, desarrollo de proyectos y montaje de estructuras. La empresa se ubica en la ciudad de Ibarra con la misión de agregar valor a su trabajo, priorizando la necesidad del cliente y brindando siempre un servicio técnico, de calidad y a tiempo. Su visión es ser una empresa líder en la industria Metalmecánica en el norte del País, contribuyendo con el desarrollo de sus colaboradores y la provincia, manteniendo siempre los estándares de productividad y calidad, ofreciendo siempre lo mejor de la empresa (Macusa Industrial, 2023).

## CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo de investigación

El enfoque de la investigación fue cuali-cuantitativo (mixto), combinando sus características para dar respuestas más completas a situaciones complejas. Lo cualitativo comprendió e interpretó al comportamiento humano con el análisis de respuestas ante preguntas abiertas tras la aplicación de instrumentos validados por expertos, revisión de reportes diarios de trabajo de la empresa durante el desarrollo del proyecto y aplicación de test de razonamiento espacial, habilidad espacial y cartas de rotación. Asimismo, el enfoque cuantitativo favoreció a la representación y generalización de resultados de datos numéricos.

El nivel o alcance correspondió a descriptivo y relacional. El nivel descriptivo permitió especificar propiedades y características de conceptos o variables, así también como medirlas o definir las, cuantificando con precisión sus dimensiones. Posteriormente, el nivel relacional midió la asociación de las dos variables categóricas mediante la prueba de *Chi-cuadrado*. La prueba fue aplicada con la encuesta de satisfacción en escala de Likert y validada por expertos.

El diseño de la investigación fue no experimental transversal y longitudinal. Al ser transversal, en un solo momento y en una sola ocasión se recolectó la información para diagnosticar la comprensión de planos del personal operativo mediante la aplicación de los test de razonamiento espacial, habilidad espacial y cartas de rotación. Así también la aplicación de la encuesta de satisfacción por una sola ocasión como parte del desarrollo de la implementación del ABP. El diseño longitudinal permitió tomar datos en varias ocasiones durante el tiempo para evidenciar el avance de lo planificado vs. lo ejecutado durante la implementación del ABP.

La modalidad de la investigación fue bibliográfica porque permitió acceder a fuentes de información físicas y digitales donde la Universidad Técnica de Ambato mantiene convenios. También se recurrió a documentos de la Empresa Macusa Industrial para dar soporte a la investigación y obtener datos de interés. Mientras se desarrolló actividades en las instalaciones de Taller y Proyectos, se recolectó información en dichos lugares, así la investigación es de campo.

### 3.2.Población o muestra:

Dado que el personal operativo de Macusa Industrial constó de 10 trabajadores, que constituyeron una población pequeña, se decidió trabajar con todos ellos. Ciertas características de la población se muestran a continuación:

**Tabla 1**

*Características de la población*

Formación	Rol	Cantidad
<b>Ingeniero</b>	Supervisor mecánico, de residencia y documentación	1
<b>Tecnólogo</b>	Supervisor mecánico, de seguridad y diseño	1
<b>Bachiller</b>	Operador, armador	1
<b>Bachiller</b>	Armador, soldador	4
<b>Bachiller</b>	Ayudante, pintor	3
<b>Suman:</b>		10

*Nota:* Datos tomados de Macusa Industrial (2023).

### **3.3.Hipótesis**

A continuación, se presenta la hipótesis nula y alternativa del trabajo de investigación:

#### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

La comprensión de planos no se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos.

#### **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):**

La comprensión de planos se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos.

### **3.4.Recolección de información**

La recolección de información se realizó mediante los siguientes instrumentos y técnicas:

1. Aplicación del test traducido de inglés a español respecto a la percepción u orientación espacial “Cartas de rotación” como parte del diagnóstico para la comprensión de planos y fase de activación de conocimientos previos en el proceso de implementación del ABP (Aptitude Test, 2020). Dicho test también fue aplicado en la tesis de Gutiérrez y Meza (2019).
2. Aplicación del test sobre habilidad espacial, donde la persona mediante la visualización puede conceptualizar en tres dimensiones: lados, caras o vértices de un objeto (Aptitude Test, 2018). Este test también fue aplicado en el trabajo de investigación de Gutiérrez y Meza (2019).
3. Aplicación del instrumento traducido a manera de test de razonamiento espacial, elaborado por Ramful, Lowrie y Logan en 2017, para medir la rotación mental, orientación espacial y visualización espacial.

4. Aplicación del cuestionario respecto al Evento Inicial en la Activación durante la implementación del ABP como instrumento en la comprensión del Proyecto, mismo que fue validado por expertos. El cuestionario está formado por 8 preguntas: 7 de selección múltiple de una respuesta como solución y 1 pregunta abierta.
5. Aplicación del cuestionario Lista de Requerimientos, como instrumento del segundo punto en la investigación durante la implementación del ABP, el cual consta de una pregunta abierta que fue validada por expertos.
6. Aplicación de una Encuesta de Satisfacción validada por expertos, la cual consta de 2 secciones. La primera sección considera a la escala de Likert para la medición y contiene 29 ítems. Los ítems asociados a la comprensión de planos son las preguntas: 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 26 y 27, mientras que para el ABP son las preguntas: 1, 3, 4, 5, 9, 14, 16, 18, 20, 23, 24, 25, 28 y 29. La segunda sección está conformada por 4 preguntas abiertas.

Adicional, para la recolección de datos se utilizó la información empresarial de reportes de montaje, correos electrónicos institucionales y mensajes por *WhatsApp* empresarial.

### **3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico**

El modelo estadístico empleado para el procesamiento de datos fue descriptivo. Este modelo empleó tablas de frecuencia; análisis, interpretación y discusión de medidas de tendencia central y variabilidad; además del uso de gráficas.

El diseño no experimental transversal y longitudinal descrito en la sección 3.1 se analizó mediante el uso de la estadística descriptiva.

La hipótesis se probó utilizando la prueba de Chi-cuadrado debido a que permite comparar proporciones, variables cualitativas y usa tablas de contingencia.

La variable independiente (comprensión de planos) se midió a través de la aplicación de los test Cartas de rotación, Habilidad espacial y Razonamiento espacial. De igual manera se consideró el indicador que contabilizó la cantidad de visitas que realiza un trabajador a Ingeniería para solventar una duda respecto al plano, el segundo indicador fue la cantidad de dudas que posee el trabajador y las realizó a Ingeniería. Finalmente, el tercer indicador correspondió al tiempo que un trabajador se encontró en conversación con Ingeniería para aclarar sus dudas respecto al plano.

La variable dependiente (aprendizaje basado en proyectos) se midió en función a la Encuesta de satisfacción y acta de entrega – recepción al finalizar el proyecto.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El primer resultado fue el diseño del aprendizaje basado en proyectos mostrado en la Figura 13. El tema que se consideró correspondía al proyecto encomendado de un cliente para el incremento de la capacidad de producción de clínker de 1650 a 1900 toneladas por día. El clínker es un mineral artificial oscuro entre 0.5 y 25 mm de diámetro, producto de la calcinación de caliza y arcilla entre los 1350 °C a 1450 °C, el cual posee propiedades hidráulicas que caracterizan al cemento (UNACEM ECUADOR S.A., 2018) (CEMEX ESPAÑA, 2015).

El proyecto del cliente abarcaba la fabricación y montaje de Salas Eléctricas, Sala Compresora, Silo Central y Enfriador. Sin embargo, el diseño del ABP se centró en el equipo Enfriador el cual reduce la temperatura del clínker de 1450 °C a 65 °C (FONS Technology, 2019). Este tema fue relevante para el personal operativo de Macusa Industrial porque contó con decenas de planos técnicos que debían ser comprendidos para el cumplimiento de la solicitud del cliente.

El segundo punto del diseño se enfocó en concretar los aprendizajes y acotar el proyecto. Debido a la cantidad de 57 planos, personal y recursos requeridos, se estableció el montaje del Enfriador 327CC01 como criterio de evaluación. El tercer punto fue definir la pregunta orientadora o reto: ¿Cómo podemos realizar el montaje del Enfriador 327CC01? Planteada la pregunta, el siguiente paso era definir las actividades de aprendizaje que los trabajadores abordarían a lo largo del proyecto: activación, investigación, desarrollo y presentación.

El detalle de las actividades se describe en la fase de implementación. Sin embargo, en cuanto al diseño, se consideró un evento inicial mediante la presentación de diapositivas para explicar el contexto del proyecto a los trabajadores. Se optó por la aplicación de los test de cartas de rotación, habilidad espacial y razonamiento espacial para la activación de conocimientos

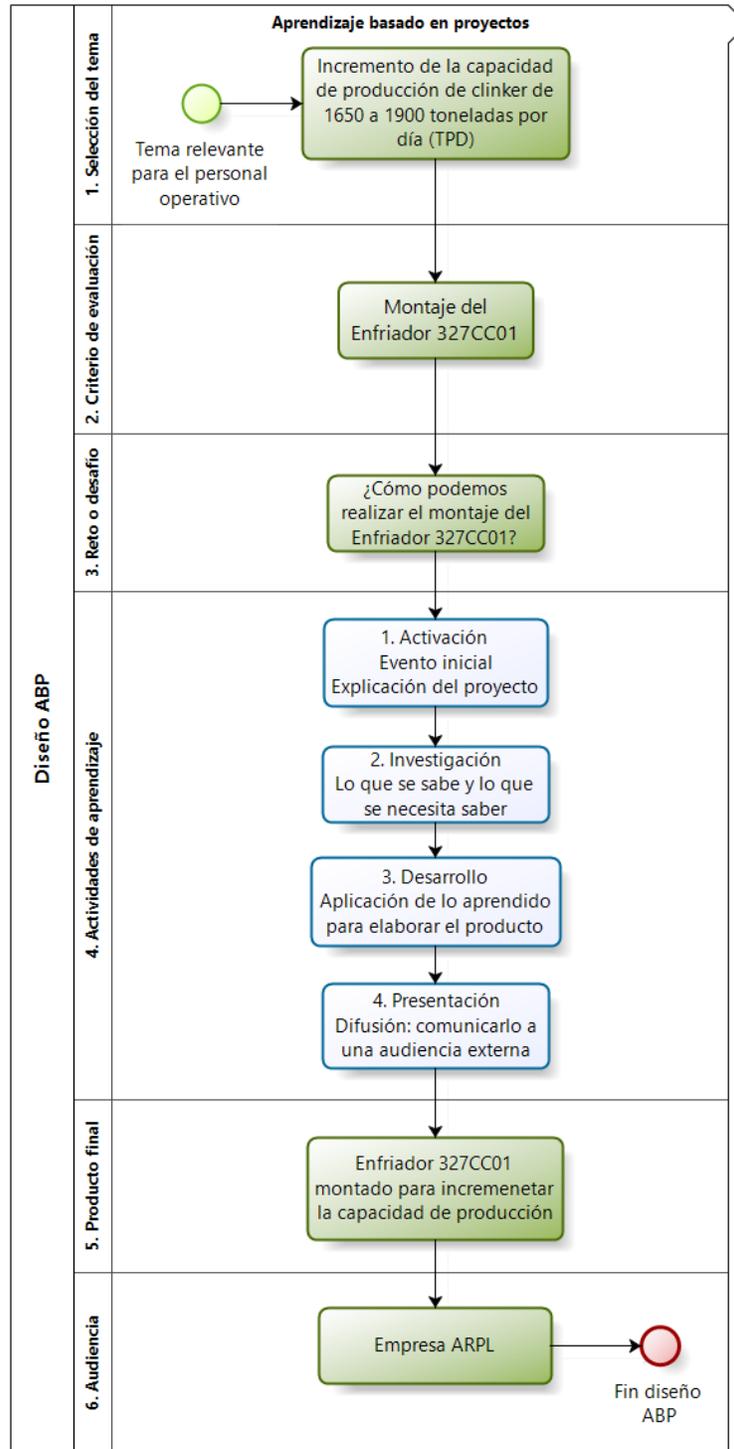
previos. Con los resultados de los tres test aplicados y un cuestionario respecto al evento inicial entregados a los trabajadores, se inicia la etapa de investigación donde se requiere que las personas sean conscientes de lo que saben y necesitan saber. Así, se aplicó un instrumento validado por expertos para conocer lo que los trabajadores necesitaban saber. Posteriormente, se socializó el cómo obtener información respecto al proyecto.

El diseño del desarrollo involucró un cronograma por porcentajes de avance, el cual se actualizó una vez por semana. Para lograr su cumplimiento, los trabajadores debían aplicar lo aprendido, utilizar los recursos y aplicaciones tecnológicas. Una vez finalizado el proyecto, se aplicó una encuesta de satisfacción validada por expertos para identificar fortalezas, debilidades y definir oportunidades de mejora. Finalmente, se estableció como audiencia externa a la empresa auditora del cliente ARPL con el sentido de aumentar el compromiso de los trabajadores con las tareas del proyecto y la calidad del resultado.

El quinto punto del diseño fue revisar que el reto se resuelva con un producto final. El producto final se materializó en el Enfriador 327CC01 montado (armado e instalado) para incrementar la capacidad de producción de clínker. Posteriormente, el diseño concluyó con ratificar a quienes se les iba a presentar el producto, es decir ARPL. El flujograma del diseño del ABP se resume y muestra a continuación:

**Figura 13**

*Diseño del ABP del Proyecto*



*Nota.* La figura muestra el flujograma del diseño del ABP del Proyecto. El numeral 4, actividades de aprendizaje y sombreado de color azul, corresponde a la secuencia de la implementación del ABP (2023).

## Análisis e interpretación

Debido a que el ABP es un proceso y los diagramas de flujo tienen como finalidad representar los mismos de manera visual, se recurre a esta herramienta gráfica para diseñar y observar el flujo del ABP del proyecto. La implementación de flujogramas en las organizaciones permite comprender el sentido, lo que debe hacerse y cómo actuar ante una eventualidad (Cherrez-Sanmartín y otros, 2021). Nótese que las dos primeras páginas del presente capítulo se pueden representar gráficamente en la Figura 13.

El evento inicial fue el segundo resultado y el que dio inicio a la fase de implementación del ABP. Tras la explicación del proyecto mediante el uso de diapositivas al personal operativo, se aplicó un cuestionario validado por expertos para conseguir que los trabajadores se involucren con el proyecto, se obtenga un diagnóstico de la presentación y sea un indicador para el investigador. Los resultados de la aplicación del cuestionario se muestran en la Tabla y Figura a continuación:

**Tabla 2**

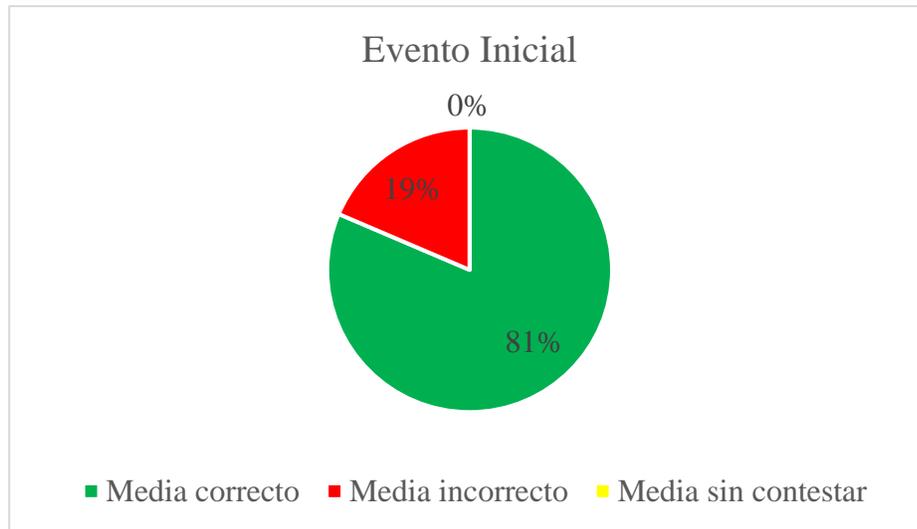
*Frecuencias de cuestionario evento inicial*

<b>TRABAJADOR:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total correctos:</b>	6	6	4	6	5	5	7	7	4	7
<b>Total incorrectos:</b>	1	1	3	1	2	2	0	0	3	0
<b>Total sin contestar:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>% correcto</b>	86%	86%	57%	86%	71%	71%	100%	100%	57%	100%
<b>% incorrecto</b>	14%	14%	43%	14%	29%	29%	0%	0%	43%	0%
<b>% sin contestar</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

*Nota.* Datos tabulados tras la aplicación del instrumento validado por expertos del Cuestionario de evento inicial (2023).

## Figura 14

### Resultado Cuestionario evento inicial



*Nota.* La figura representa el valor porcentual de la media de las preguntas contestadas de forma correcta, incorrecta y sin contestar. Datos tomados de la Tabla 2 (2023).

## Tabla 3

### Escala de calificaciones cualitativa - cuantitativa

Escala cualitativa	Escala cuantitativa
Domina los aprendizajes requeridos.	9,00 - 10,00
Alcanza los aprendizajes requeridos.	7,00 - 8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.	4,01 - 6,99
No alcanza los aprendizajes requeridos.	$\leq 4$

*Nota.* Datos tomados del Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil del Ministerio de Educación del Ecuador (2016).

### Análisis e interpretación

Considerando las escalas cuantitativa y cualitativa del instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil del Ministerio de Educación del Ecuador del 2016 en el personal operativo de Macusa Industrial, se tiene que con un 81% de respuestas correctas, el grupo *alcanza los aprendizajes requeridos* respecto al evento inicial. Así, los trabajadores conocen el contexto en el que se va a desarrollar el proyecto. Sin embargo, existe un porcentaje de respuestas incorrectas del

43% que sobresalen y pertenecen al trabajador 3 y 9 (Tabla 2). Ambos trabajadores poseen el rol de ayudantes y son las primeras personas a quien se les debe prestar mayor atención, soporte o seguimiento para el desarrollo del trabajo. En cuanto a preguntas sin contestar no se obtuvo ninguna, lo que significa que los trabajadores estaban en capacidad de contestar el cuestionario.

Así como el cuestionario contaba con preguntas de opción múltiple, también contaba con una pregunta abierta. Las diversas respuestas se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Respuesta a pregunta abierta Cuestionario evento inicial*

<b>TRABAJADOR</b>	<b>Respuesta a ¿Cómo podemos realizar el montaje de lo encomendado en el proyecto?</b>
<b>1</b>	Preparándonos en la lectura de planos, en razonamiento espacial. Comprensión de planos.
<b>2</b>	Preparación, aprendizaje, intuición, ganas.
<b>3</b>	Cursos y dinámicas que se realicen en el trabajo.
<b>4</b>	Respetando las normas de seguridad, utilizando el EPP completo, guiándose de acuerdo a los planos.
<b>5</b>	Previa capacitación entre líderes y personal a ejecutar.
<b>6</b>	Interpretación de planos, manejo de máquinas, herramientas, investigación, preparación especial y la explicación de planos.
<b>7</b>	Montando la enfriadora, armado por lectura de planos, soldando la enfriadora.
<b>8</b>	Con trabajo en equipo, siguiendo las instrucciones y preguntando si no sé.
<b>9</b>	Haciendo lo que diga mi jefe.
<b>10</b>	Cumpliendo con los manuales, fichas técnicas y usando los recursos adecuadamente.

*Nota.* Datos tabulados tras la aplicación del instrumento validado por expertos del Cuestionario inicial (2023).

### **Análisis e interpretación**

En función a las respuestas ante la pregunta abierta del cuestionario de evento inicial, se destaca que el personal operativo es consciente que para realizar el montaje del Enfriador debe prepararse respecto a la comprensión de planos. También se señala a la capacitación en diversos aspectos y seguir las instrucciones tanto de líderes como de documentación. Los trabajadores saben que existe disposiciones o instrucciones de tal manera que no se pueden “mandar solos” o tomar

decisiones de manera autónoma, se debe consultar a sus semejantes o seguir las indicaciones de la documentación.

El tercer resultado fue la aplicación de los test de Habilidad espacial, Razonamiento espacial y Cartas de rotación a los trabajadores. De esta manera se abordó la activación de conocimientos previos relacionados a la comprensión de planos. Los resultados se muestran en las tablas y figuras a continuación:

**Tabla 5**

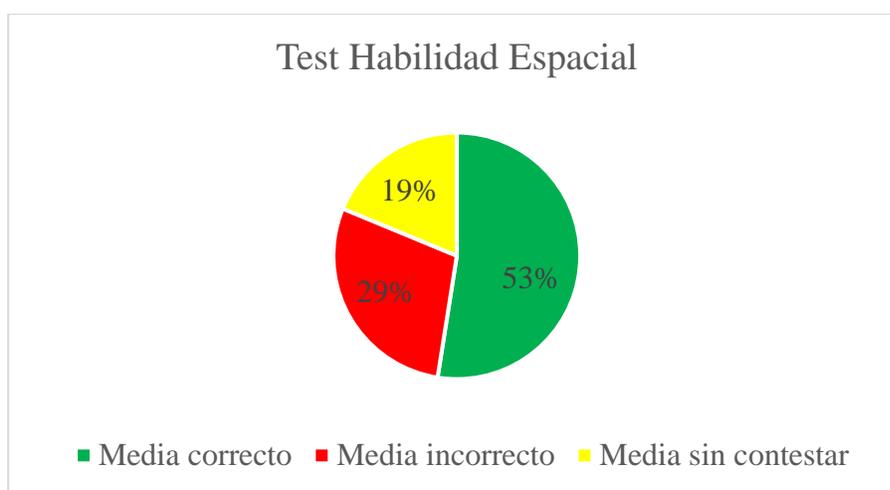
*Aplicación de Test habilidad espacial*

TRABAJADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Total correctos</b>	8	2	1	4	2	5	6	6	3	5
<b>Total incorrectos</b>	0	3	7	0	1	3	2	2	2	3
<b>Total sin contestar</b>	0	3	0	4	5	0	0	0	3	0
<b>% correcto</b>	100%	25%	13%	50%	25%	63%	75%	75%	38%	63%
<b>% incorrecto</b>	0%	38%	88%	0%	13%	38%	25%	25%	25%	38%
<b>% sin contestar</b>	0%	38%	0%	50%	63%	0%	0%	0%	38%	0%

*Nota.* Datos tabulados tras la aplicación del test habilidad espacial (2023).

**Figura 15**

*Resultado aplicación Test habilidad espacial*



*Nota.* La figura representa el valor porcentual de la media de las preguntas contestadas de forma correcta, incorrecta y sin contestar de los datos tomados de la Tabla 5 (2023).

## Análisis e interpretación

Considerando la escala cuantitativa y cualitativa del instructivo nuevamente (Tabla 3), al contar con un 53% de respuestas correctas, el personal operativo *está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos* en cuanto a habilidad espacial. Dicho resultado es un llamado a entrenar al personal en esta área del conocimiento, lo que va en concordancia a lo manifestado por Cho y Suh (2019) sobre fomentar la competencia de visualización de 2D a 3D para mejorar el rendimiento y que los educadores necesitan nutrir dicha capacidad.

Se debe dar seguimiento al trabajador 3 cuyo rol es ser ayudante, ya que obtuvo un 88% de respuestas incorrectas (Tabla 5). Se tiene un 19% de respuestas sin contestar (Figura 15) lo que puede estar asociado al tiempo insuficiente para responder el test o al pensamiento del personal de: si no estoy seguro, entonces no contesto.

Tras la aplicación del test de razonamiento espacial, se obtuvo la siguiente tabla y figura:

**Tabla 6**

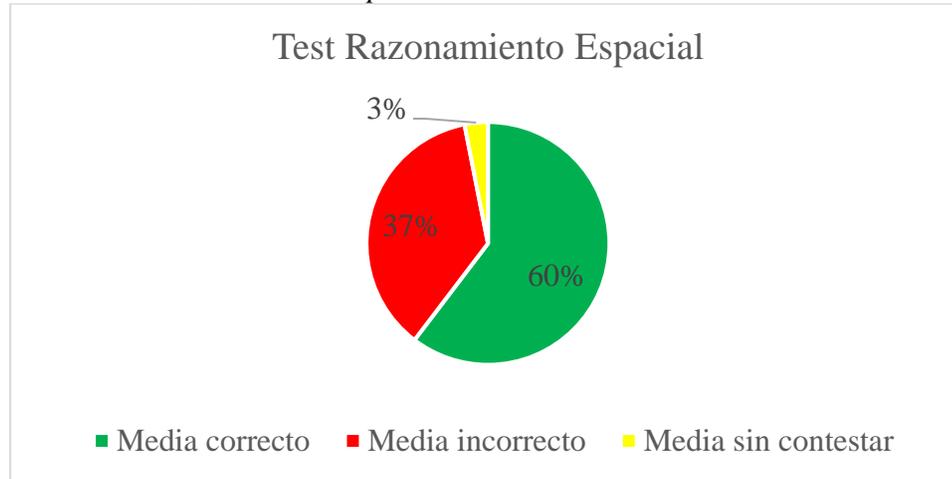
*Aplicación de Test razonamiento espacial*

<b>TRABAJADOR:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total correctos:</b>	22	13	11	19	19	13	18	22	19	19
<b>Total incorrectos:</b>	7	16	14	8	10	13	11	7	10	10
<b>Total sin contestar:</b>	0	0	4	2	0	3	0	0	0	0
<b>% correcto</b>	76%	45%	38%	66%	66%	45%	62%	76%	66%	66%
<b>% incorrecto</b>	24%	55%	48%	28%	34%	45%	38%	24%	34%	34%
<b>% sin contestar</b>	0%	0%	14%	7%	0%	10%	0%	0%	0%	0%

*Nota.* Datos tabulados tras la aplicación del test razonamiento espacial (2023).

## Figura 16

Resultado aplicación Test razonamiento espacial



*Nota.* La figura representa el valor porcentual de la media de las preguntas contestadas de forma correcta, incorrecta y sin contestar de los datos tomados de la Tabla 6 (2023).

### Análisis e interpretación

El personal operativo nuevamente *está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos* respecto al razonamiento espacial debido a un 60% de respuestas correctas en el test (Figura 16). En este test se obtuvo un incremento del porcentaje de las respuestas correctas e incorrectas en comparación al test anterior de habilidad espacial, además de una disminución en un 16% de las preguntas sin contestar. Para obtener una mejora se puede utilizar una herramienta para el desenvolvimiento de las competencias y habilidades relacionadas con el pensamiento espacial, el cual es el método de Polya (Amancha Lagla, 2021).

De igual manera, el trabajador 3 destaca entre las personas cuyo porcentaje de respuestas incorrectas es mayor. Sin embargo, el trabajador 2 y 6 sobresalen con un 55% y 45% de respuestas incorrectas respectivamente. Lo llamativo de ambos trabajadores es que su rol es ser armadores y soldadores, rol clave para el desarrollo del proyecto.

Como último test se aplicó el relacionado con rotación a través de cartas. Su resultado se muestra en la siguiente tabla y figura:

**Tabla 7**

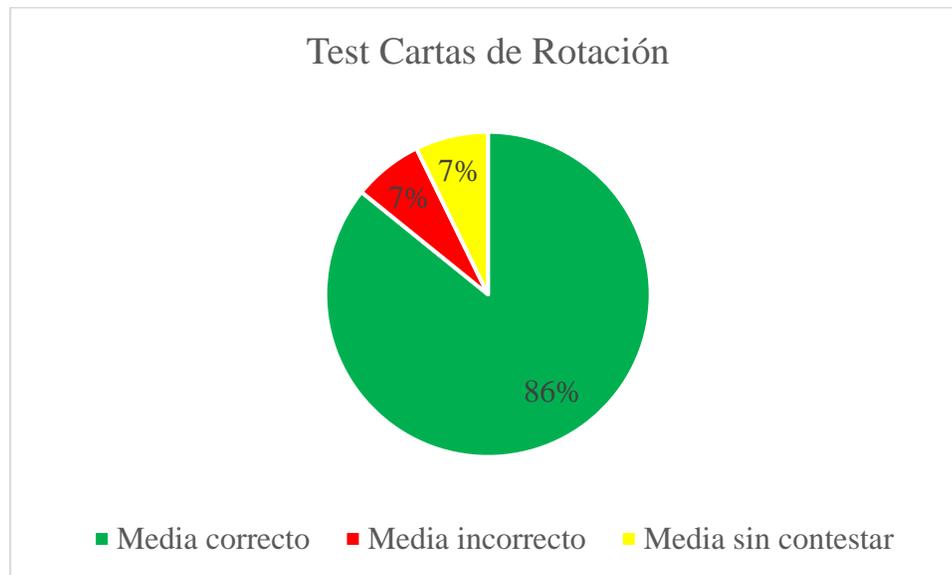
*Aplicación de Test cartas de rotación*

<b>TRABAJADOR</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total correctos:</b>	119	113	54	110	82	116	118	108	93	117
<b>Total incorrectos:</b>	0	7	8	9	12	4	1	12	27	3
<b>Total sin contestar:</b>	1	0	58	1	26	0	1	0	0	0
<b>% correcto</b>	99%	94%	45%	92%	68%	97%	98%	90%	78%	98%
<b>% incorrecto</b>	0%	6%	7%	8%	10%	3%	1%	10%	23%	3%
<b>% sin contestar</b>	1%	0%	48%	1%	22%	0%	1%	0%	0%	0%

*Nota.* Datos tabulados tras la aplicación del test cartas de rotación (2023).

**Figura 17**

*Resultado aplicación Test cartas de rotación*



*Nota.* La figura representa el valor porcentual de la media de las preguntas contestadas de forma correcta, incorrecta y sin contestar de los datos tomados de la Tabla 7 (2023).

### **Análisis e interpretación**

En esta ocasión, el personal operativo *alcanza los aprendizajes requeridos* en cuanto a rotación con el 86% de las respuestas correctas. Apenas un 7% corresponde a respuestas incorrectas o sin contestar, lo que significa que como grupo poseen una mayor capacidad para rotar objetos, lo cual es significativo al momento de realizar un montaje. El trabajador 3 ya no sobresale por respuestas incorrectas, pero sí lo hace por preguntas sin contestar (Tabla 7). El trabajador 9, cuyo rol es ser ayudante, sobresale por respuestas incorrectas con un 23%, mientras que el trabajador 5 (armador) se encuentra en el grupo de seguimiento tras obtener un 22% de preguntas sin contestar. Del grupo conformado por 10 personas, destaca el trabajador 3, ya que ha presentado porcentajes elevados en respuestas incorrectas o sin contestar. Asimismo, el grupo está próximo por alcanzar los aprendizajes requeridos o los alcanza. Sin embargo, se debe continuar con la ejecución del proyecto con el debido soporte y seguimiento.

El cuarto resultado comprendió la planificación de tareas y así definir los momentos de presentación de avances o entregables del proyecto, mismo que fue socializado con el personal para cumplir a satisfacción el reto planteado. La planificación establecida se muestra a continuación:

**Tabla 8***Planificación implementación ABP*

<b>SEMANA IMPLEMENTACIÓN PROYECTO</b>	<b>FECHA (jueves a miércoles)</b>	<b>TAREA</b>
1	Del 06 abr al 12 abr	Desarrollo de Evento inicial y aplicación de test
2	Del 13 abr al 19 abr	Aplicación de test
3	Del 20 abr al 26 abr	Calificación de test, entrega y revisión
4	Del 27 abr al 03 may	Aplicación lista de necesidades
5	Del 04 may al 10 may	Explicación de realidad aumentada y comunicación con ingeniería.
6	Del 11 may al 17 may	Avance montaje del 3%
7	Del 18 may al 24 may	Avance montaje del 6%
8	Del 25 may al 31 may	Avance montaje del 9%
9	Del 01 jun al 07 jun	Avance montaje del 12%
10	Del 08 jun al 14 jun	Avance montaje del 15%
11	Del 15 jun al 21 jun	Avance montaje del 16%
12	Del 22 jun al 28 jun	Avance montaje del 17%
13	Del 29 jun al 05 jul	Avance montaje del 18%
14	Del 06 jul al 12 jul	Avance montaje del 19%
15	Del 13 jul al 19 jul	Avance montaje del 20%
16	Del 20 jul al 26 jul	Avance montaje del 24% y fin de nivel 1
17	Del 27 jul al 02 ago	Avance montaje del 28%
18	Del 03 ago al 09 ago	Avance montaje del 32%
19	Del 10 ago al 16 ago	Avance montaje del 36%
20	Del 17 ago al 23 ago	Avance montaje del 40%
21	Del 24 ago al 30 ago	Avance montaje del 45%
22	Del 31 ago al 06 sep	Avance montaje del 50% y fin de nivel 2
23	Del 07 sep al 13 sep	Avance montaje del 57%
24	Del 14 sep al 20 sep	Avance montaje del 72%
25	Del 21 sep al 27 sep	Avance montaje del 82%. Ajuste final de montaje y retoques de pintura
26	Del 28 sep al 04 oct	Avance montaje del 92%. Documentación Montaje del Enfriador 327CC01 y Aplicación encuesta de satisfacción (03 y 04 oct).
27	Del 05 oct al 11 oct	Avance montaje del 100%, Fin N.3. Documentación-Aprobación final de montaje. Identificar fortalezas, debilidades y establecer oportunidades de mejora.
28	Del 12 oct al 18 oct	Presentación / Evento de difusión

*Nota.* Planificación establecida para el desarrollo del ABP (2023).

### **Análisis e interpretación**

Una planificación debe contener la información indispensable para el conocimiento de las personas a quien está dirigida, en este caso, dirigida al grupo conformado por trabajadores operativos. Los campos considerados son el N° de semana, fecha y tarea con su respectivo detalle. El corte en la fecha es de jueves a miércoles debido al cronograma de informes solicitado por el cliente. Así, el miércoles es la fecha de corte de avances, jueves se recopila los datos y elabora el informe junto con otros reportes, mismos que se envían el viernes a las 08h00 a la empresa auditora. Dicha planificación corresponde a la segunda fase del ABP que es la implementación, en ella se incluye las actividades y tareas relacionadas con el proyecto como por ejemplo el porcentaje de avance que se debe lograr. En la planificación se puede considerar otros campos como recursos necesarios, costos, responsables, entre otros; pero al estar dirigido al personal operativo, dichos campos no son necesarios. Sin embargo, si la planificación se dirige hacia otras personas como supervisores, auditores o el mismo cliente, entonces sí se los puede incluir.

Una vez entregados los test calificados y socializada la planificación de tareas, se aplicó el segundo instrumento validado por expertos para conocer lo que el trabajador necesita saber. Las respuestas de los trabajadores se resumen en la figura a continuación:

## Figura 18

### Resumen necesidad de saberes de los trabajadores

Pregunta.- De acuerdo con los resultados de la evaluación diagnóstica respecto a: habilidad espacial, cartas de rotación, razonamiento espacial, y la presentación del proyecto, enliste los conocimientos que usted considere necesita saber para el desarrollo del proyecto.

Comprensión de planos	Técnica - operativa	Social
<ul style="list-style-type: none"><li>• Interpretación de planos</li><li>• Lectura de planos</li><li>• Cómo identificar los planos de detalle de cada elemento</li><li>• Ubicación</li><li>• Ensamble de partes móviles</li><li>• Cómo nos harán llegar los planos e información</li><li>• Especificaciones técnicas a validarse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montaje mecánico</li><li>• Conocimientos del trabajo que vamos a realizar en el día</li><li>• Soldadura</li><li>• Izaje</li><li>• Seguridad en el área de trabajo</li><li>• Tuberías y ductos</li><li>• Herramientas y su uso adecuado</li><li>• Objetos a instalarse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cómo trabajar en equipo</li><li>• Roles y responsabilidades de cada persona</li><li>• Cómo colaborar a mis compañeros</li><li>• Liderazgo y coordinación</li><li>• Planificación en equipo</li><li>• Cómo manifestar mi opinión a mis compañeros</li></ul>

*Nota.* La figura muestra los conocimientos que los trabajadores manifestaron necesitan saber para el desarrollo del proyecto agrupados en 3 categorías: comprensión de planos, técnica operativa y social (2023).

### Análisis e interpretación

Ante la pregunta abierta se obtuvo varias respuestas enfocadas a distintos aspectos que, tras ser analizadas, se las clasificó en tres categorías. En la primera categoría, los trabajadores están conscientes de que necesitan saber sobre la comprensión de planos y su proceso. En la segunda, se engloba aspectos técnicos asociados al rol o profesión que cada trabajador desempeña en el desarrollo del proyecto. Por un lado, existen aspectos que no se especifican sobre qué específicamente necesitan saber sobre el montaje mecánico, soldadura, izaje, entre otros. Por otro lado, sí se manifiesta conocimientos específicos relacionados con el manejo adecuado de

herramientas, objetos a instalarse o actividades a desarrollarse en el día. La tercera categoría son aspectos de convivencia, comunicación, conocimiento general y jerarquía organizacional.

En la etapa de Investigación del ABP se capacitó no solo al personal del proyecto, sino también a todos los trabajadores que conforman la empresa para que realicen búsquedas de información mediante la comunicación con Ingeniería. La comunicación considera las visitas presenciales en la oficina y el uso de la aplicación WhatsApp. Así, los trabajadores podían expresar sus interrogantes e inquietudes durante el transcurso del proyecto o durante las actividades diarias desarrolladas en taller. Además, al personal operativo del proyecto se les difundió la traducción del manual de montaje del Enfriador junto con diversas fuentes de información para su conocimiento. Como punto final de la capacitación, se abordó el funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada Augin.

### **Figura 19**

#### *Indicaciones y capacitación al personal*



*Nota.* La figura representa mediante fotografías la capacitación y socialización de indicaciones respecto a comunicación con Ingeniería y funcionamiento de la aplicación Augin (2023).

## **Análisis e interpretación**

Debido a la relevancia del tema de la capacitación, se involucró a todo el personal de la empresa para que considere lo impartido como conocimiento y aplicación de carácter general. Al permitir el contacto mediante el uso de la aplicación *WhatsApp*, se apertura canales de comunicación adicionales a la visita física al departamento de ingeniería y consulta a sus integrantes cuando los mismos se encontraban en campo. Durante el desarrollo del proyecto, se optó por habilitar el contacto por esta aplicación, ya que todos los trabajadores poseen un teléfono inteligente con acceso a *internet*, la app permite el chat, llamadas, videollamadas, envío de notas de audio, imágenes, videos, documentos y otros de manera gratuita. Todas estas ventajas permiten una comunicación variada en función de distintos requerimientos, el trabajador ya no tiene que desplazarse a través de todo el taller o campo hacia ingeniería para obtener una respuesta, lo cual puede incrementar la productividad del mismo. De igual manera, se considera a la app *WhatsApp* como una herramienta de tecnología del aprendizaje y el conocimiento (TAC) importante para el proceso de enseñanza – aprendizaje (Acosta Portilla, 2022).

Así también, al socializar el uso de la app *Augin*, los trabajadores se familiarizaron con el manejo del dispositivo, *software* y entorno para el desarrollo de sus futuras actividades en el montaje y la comprensión de planos.

La comunicación del personal operativo con Ingeniería para manifestar sus preguntas, dudas o inquietudes durante el desarrollo del proyecto quedó registrada considerando la cantidad de visitas presenciales en la oficina, así también la cantidad de dudas y el tiempo en resolver las mismas mediante llamadas o mensajes de *WhatsApp*.

**Tabla 9***Resumen de comunicaciones del personal operativo con Ingeniería*

RESUMEN									
Total de trabajadores que han preguntado:	8	Total de trabajadores que han realizado alguna visita:	6	Total de visitas:	50	Total de dudas por visitas:	71	Total de tiempo en resolver dudas por visitas (min):	105
Total de trabajadores que no han preguntado:	2	Total de trabajadores que han realizado alguna llamada:	4	Total de llamadas:	11	Total de dudas por llamadas:	14	Total de tiempo en resolver dudas por llamadas (min):	21
Total de trabajadores:	10	Total de trabajadores que han enviado algún mensaje:	2	Total de mensajes:	3	Total de dudas por mensajes:	3	Total de tiempo en resolver dudas por mensajes (min):	10
				Total comunicaciones:	64	Total de dudas:	88	Total de tiempo en resolver dudas (min):	136

*Nota.* La tabla condensa los reportes de comunicación con Ingeniería durante el desarrollo del proyecto (2023).

### **Análisis e interpretación**

No todos los trabajadores han preguntado. Mientras que un Supervisor, Operador, Armador o Soldador debido a su rol debe tomar decisiones que en ocasiones conlleva consultas, un Ayudante o Pintor se remite a seguir las instrucciones dadas por sus superiores, mas no es impedimento para manifestar sus inquietudes. A pesar de aperturar canales de comunicación mediante el uso de la aplicación WhatsApp, los trabajadores han preferido recurrir a las visitas de carácter presencial para manifestar sus dudas, debido a que se tiene una respuesta inmediata. En ocasiones, debido al ruido en el área de trabajo y la inestable conectividad a Internet, las llamadas por teléfono o por WhatsApp resultaban inestables o inadecuadas. Las consultas por mensaje tomaban un tiempo

considerable en ser respondidas, provocando esperas o tiempos improductivos. Sin embargo, para compensar cualquier espera, se procedía con el orden y la limpieza del área de trabajo.

Relacionando la cantidad total de dudas y la cantidad total de comunicaciones ( $88/64 = 1.38$ ), se obtiene que de 1 a 2 consultas a Ingeniería fueron realizadas por parte del personal operativo en cada comunicación. De la misma forma, 2.13 minutos fueron destinados a cada comunicación ( $136/64$ ). Es decir, las consultas son puntuales y el tiempo para solventarlas es prudente.

El detalle de comunicaciones del personal operativo con Ingeniería considera diversas variables como: cantidad de llamadas del trabajador "X" ( $Ll\_Tx$ ), cantidad de dudas manifestadas en la llamada del trabajador "X" ( $D\_Ll\_Tx$ ), tiempo en minutos destinados en la comunicación con el trabajador "X" ( $t\_Ll/V/M\_Tx$ ), ya sea por llamada (Ll), visita (V) o mensaje (M), cantidad de visitas efectuadas por el trabajador "X" ( $V\_Tx$ ) y cantidad de mensajes enviados por el trabajador "X" ( $M\_Tx$ ), mismas que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10**

*Detalle de comunicaciones del personal operativo con Ingeniería*

SEMANA	Trabajador	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T4	T4	T4	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T6	T6	T6	T7	T7	T7	T8	T8	T8	T8	T8	T8	T9	T9	T9	T10	T10	T10					
	FECHA	Ll_T1	D_LL_T1	t_LL_T1	Ll_T2	D_LL_T2	t_LL_T2	V_T3	D_V_T3	t_V_T3	Ll_T3	D_LL_T3	t_LL_T3	V_T4	D_V_T4	t_V_T4	V_T5	D_V_T5	t_V_T5	Ll_T5	D_LL_T5	t_LL_T5	M_T5	D_M_T5	t_M_T5	V_T6	D_V_T6	t_V_T6	V_T7	D_V_T7	t_V_T7	V_T8	D_V_T8	t_V_T8	M_T8	D_M_T8	t_M_T8	V_T9	Ll_T9	M_T9	V_T10	Ll_T10	M_T10			
1	Del 11 may al 17 may	1	1	2				1	2	7							1	1	1																											
2	Del 18 may al 24 may													1	2	2				2	1	1																								
3	Del 25 may al 31 may																																													
4	Del 01 jun al 07 jun																																													
5	Del 08 jun al 14 jun													1	1	1	1	1	1																											
6	Del 15 jun al 21 jun																												1	2	2															
7	Del 22 jun al 28 jun																																													
8	Del 29 jun al 05 jul																																													
9	Del 06 jul al 12 jul																																													
10	Del 13 jul al 19 jul							1	2	4	1	1	1				2	3	2																											
11	Del 20 jul al 26 jul																1	1	1	1	1	1																								
12	Del 27 jul al 02 ago																																													
13	Del 03 ago al 09 ago																																													
14	Del 10 ago al 16 ago																																													
15	Del 17 ago al 23 ago																																													
16	Del 24 ago al 30 ago																																													
17	Del 31 ago al 06 sep																																													
18	Del 07 sep al 13 sep				1	3	7	4	9	15							2	2	2							3	5	10				2	2	4	1	1	4									
19	Del 14 sep al 20 sep				1	1	1	6	10	13							1	2	4							4	4	8	1	1	1	1	1	3												
20	Del 21 sep al 27 sep				1	1	1	5	8	9										1	2	1	2	2	6				1	1	1	2	3	5												
21	Del 28 sep al 04 oct				1	2	5	3	3	3																1	1	1				1	1	1												
22	Del 05 oct al 11 oct				1	1	1	2	2	2							1	1	2																											
Suman:		1	1	2	5	8	15	22	36	53	1	1	1	2	3	3	9	11	13	4	4	3	2	2	6	8	10	19	3	4	4	6	7	13	1	1	4	0	0	0	0	0	0			

*Nota.* La tabla condensa los reportes de comunicación con Ingeniería durante el desarrollo del proyecto (2023).

## **Análisis e interpretación**

Existen 4 lapsos significativos de acuerdo con la Tabla 10 en donde se registran comunicaciones con ingeniería: en las semanas del 11 al 24 de mayo, del 08 al 21 de junio, del 13 al 26 de julio y del 07 de septiembre al 11 de octubre. El primer lapso se asocia al inicio del montaje: conocer el área, familiarizarse con la dinámica de trabajo respecto a procedimientos, identificar paneles o ubicación. El segundo lapso se relaciona con el desplazamiento parcial del enfriador a su posición final con ciertos elementos semi ensamblados, maniobra desarrollada en conjunto con otro contratista. El tercer lapso corresponde a la continuación del montaje con respecto a los paneles del nivel 2 y equipos, de tal manera que al iniciar el montaje del nivel 3 no se tenga complicaciones. Sin embargo, la mayor cantidad de comunicaciones se tuvo durante el montaje del nivel 3. Esto debido a la cantidad de paneles involucrados, la geometría de los paneles y el área disponible para realizar las maniobras.

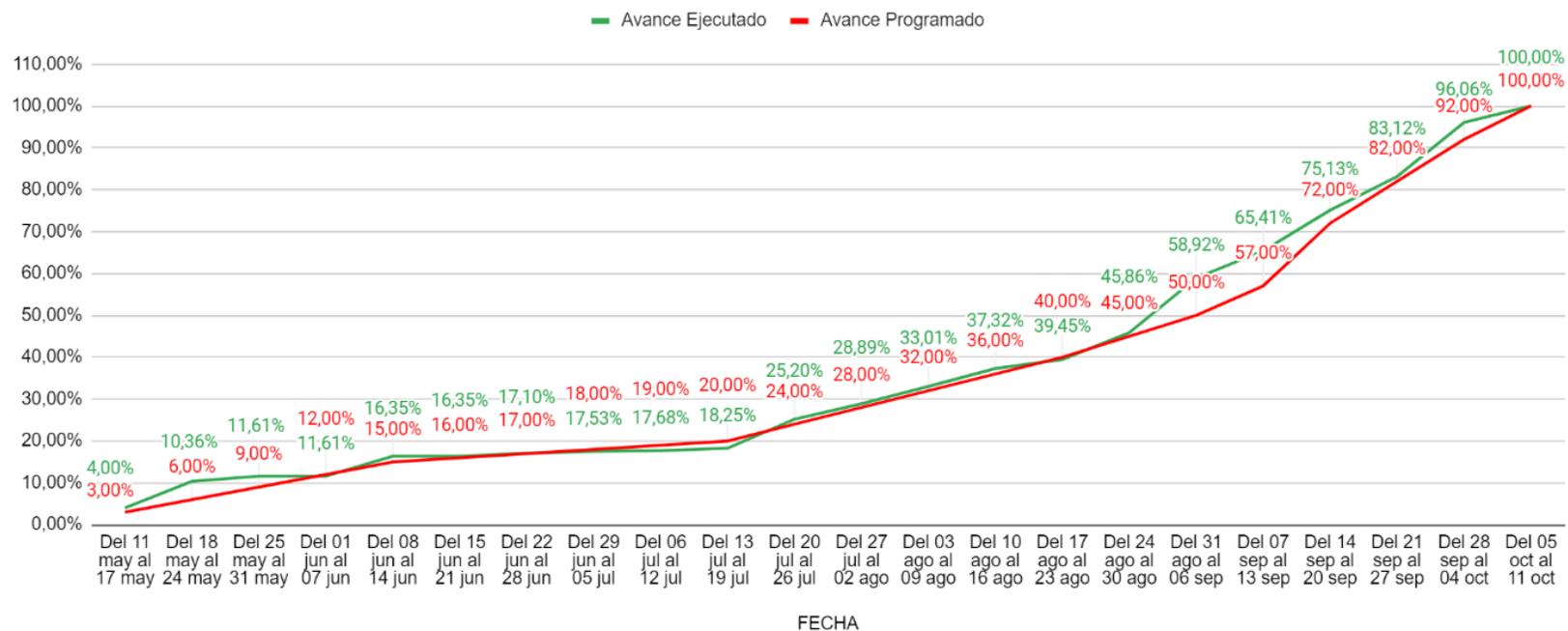
En la Figura 20 se aprecia el éxito del proyecto tras alcanzar el 100% de avance ejecutado en la fecha planificada, dando soporte a lo manifestado por Coello y otros en 2022 respecto a que el posible éxito o fracaso de una propuesta depende de los aspectos organizativos y el material a ser empleado para la búsqueda. En este caso, el material de búsqueda han sido los planos de detalle en físico y digital, la realidad aumentada, el manual de montaje y el instructivo de ensamble del enfriador. De acuerdo con lo manifestado por (Covarrubias Couder y otros, 2023) sobre el buen seguimiento por parte del profesor para desarrollar un proyecto de forma sistemática, se tiene que el seguimiento semanal por parte de la empresa auditora en conjunto con el investigador ha permitido concluir el proyecto con éxito.

La tercera etapa fue la aplicación de lo aprendido mediante el desarrollo del montaje del Enfriador según la planificación establecida. En la figura a continuación se representa el avance programado y el ejecutado por el personal operativo. El avance considera los kilos de los paneles del Enfriador montados correctamente y aprobados por los técnicos auditores del cliente.

**Figura 20**

*Curva S Programado vs. Ejecutado*

Curva S: Avance Ejecutado y Avance Programado



*Nota.* Datos tomados de los reportes de Macusa Industrial (2023).

## **Análisis e interpretación**

En la figura 20, la curva programada se caracteriza por tener 4 pendientes. La primera comprendida entre el 3 y 15%, la segunda del 15 al 20%, la tercera entre el 20 y 57% y la última entre el 57 al 100%. Las pendientes están asociadas a las fechas y actividades específicas del montaje. Por ejemplo, del 11 de mayo al 14 de junio se consideró el traslado de objetos a la zona de montaje, trazado y ubicación de anclajes. Del 14 de junio al 19 de julio correspondía el armado parcial y transporte de conjuntos. El siguiente periodo correspondía del 19 de julio al 13 de septiembre, donde se desarrollaría la nivelación, alineamiento, anclado, grouting e interconexión de partes y sistemas. Finalmente, del 13 de septiembre al 11 de octubre se colocaría en posición final el enfriador, se efectuaría las pruebas, ajustes de montaje e interconexión, ajustes finales, retoques de pintura y la aprobación final por parte del cliente a través de su auditor.

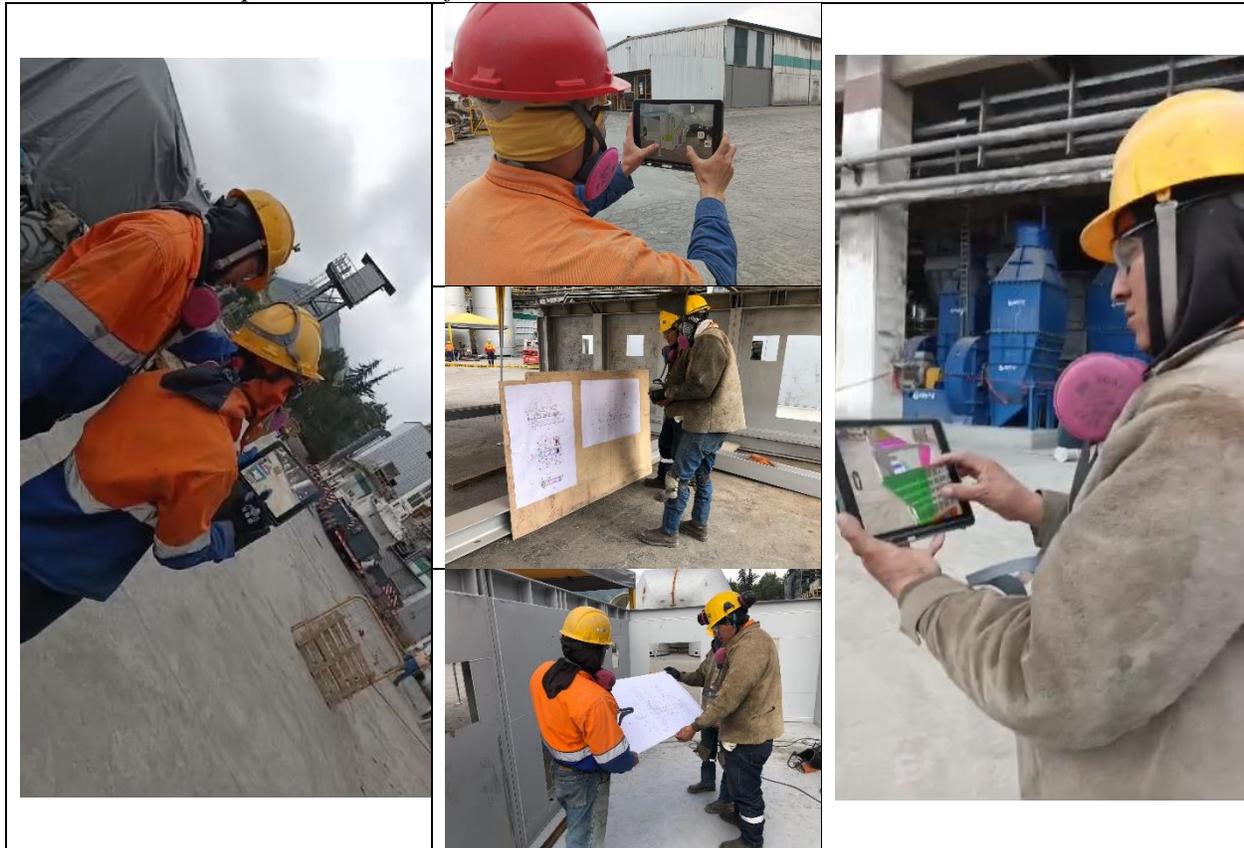
La curva de avance ejecutado se encuentra casi sobrepuesta sobre la curva de avance programado, lo que significa que el desarrollo de actividades del personal operativo se apegó a la planificación propuesta, respetando las fechas de entrega y entregables. Sin embargo, existen puntos de control en el avance ejecutado que se encuentran o bien por debajo o bien por encima de lo programado. Las variaciones por debajo a lo planificado se deben a factores externos como lo son las condiciones climáticas o dependencia de otros contratistas, mientras que las variaciones por encima se deben a optimización de operaciones.

Mientras que Chio Cho y Rueda Sánchez (2022) obtuvieron la satisfacción de los estudiantes en el diseño, construcción y validación de un prototipo en 13 semanas, el personal operativo montó un producto clave para la fabricación de cemento en 22 semanas; permitiendo relacionar conocimientos anteriores, facilitando el aprendizaje del contenido y reforzando varios temas afines a su rol profesional.

Durante el desarrollo del proyecto se utilizó recursos, aplicaciones o software tales como infografías, planos en 2D y 3D, además de la realidad aumentada para llevar a cabo las actividades planificadas.

### Figura 21

*Uso de recursos, aplicaciones o software*



*Nota.* La figura muestra el uso de los recursos, aplicaciones o software (2023).

### **Análisis e interpretación**

El personal operativo tras la llegada a la zona de montaje procedió a la identificación y ubicación del Enfriador a ser ensamblado mediante el uso de la realidad aumentada con el dispositivo iPad y la aplicación Augin. De esta manera, los trabajadores conocían en dónde, cuáles, cómo posicionar los paneles del enfriador y el espacio requerido para el desarrollo de operaciones una vez sean descargados del camión que los transportaba. La realidad aumentada no solo se

vuelve una estrategia válida para el área de dibujo técnico, sino también para el área de montaje (Laurens Arredondo, 2019). Como alternativa al estudio de Moreno y Quiplidor de 2018 sobre emplear legos para representar planos en escala 1:1 que ayuden a entender las dimensiones abstractas del papel, se recurrió a la realidad aumentada a través de la aplicación Augin y su funcionalidad de escalado para el mismo propósito.

El contenido elaborado para la comprensión de planos del personal de proyectos sirve también para el personal de taller, si estos se destinan para fines educativos, los beneficiarios serán los estudiantes del área de matemática, geometría, dibujo técnico, ingeniería, entre otras. Así como Altamirano (2022) usó aplicaciones como: Metaverse Studio, Blender y Unity para crear experiencias dinámicas en 2D y 3D abordando a la realidad aumentada como una herramienta de enseñanza aprendizaje, también se puede utilizar los programas *AutoCAD*, *SketchUp* y *Augin* para este fin.

Otro recurso fue la disponibilidad de los planos impresos y colocados en el área de trabajo. Con ello, varias personas podían visualizar los detalles a la vez, conversar el respecto, realizar múltiples anotaciones e integrar a otras personas en los análisis.

Las desventajas más relevantes del uso de planos en digital durante el proyecto fueron: mayor precaución en el manejo y resguardo de dispositivos, capacidad de procesamiento de los dispositivos ante archivos de alrededor de 26 MB en simultáneo, requisitos de hardware puntuales para el funcionamiento de las *Apps* e inversión significativa en recursos tecnológicos para su aplicación. Asimismo, existieron desventajas en cuanto al uso de planos impresos o físicos: deterioro por condiciones ambientales o uso, lo que provocaba una reimpresión y gestión de residuos para reciclaje; el no retorno a su ubicación inicial, ya que el personal lo retiraba para verificar el ensamble en otros puntos y se lo quedaban bajo su custodia; la nitidez en los detalles

o contraste de colores se prestaba para confusiones que debían ser verificadas recurriendo a los planos en digital.

Una vez finalizado el montaje se aplicó la encuesta de satisfacción del proyecto al personal operativo, instrumento también validado por expertos cuyo fin era conocer el grado en el que el trabajador está de acuerdo o en desacuerdo respecto a la ejecución del proyecto.

**Tabla 11**

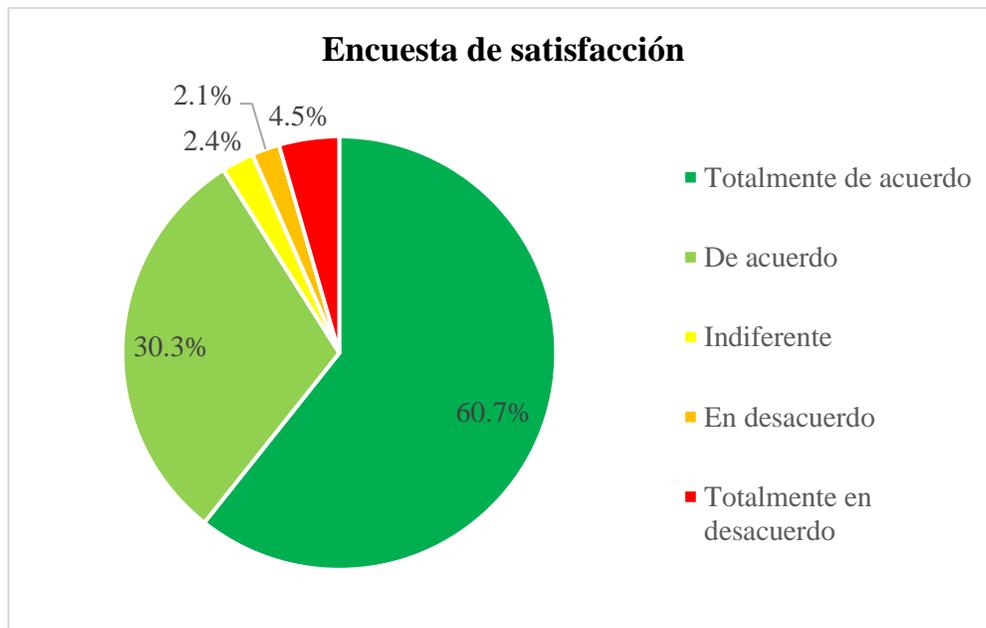
*Tabulación general encuesta de satisfacción*

<b>Escala de Likert</b>	<b>Frecuencia</b>
Totalmente de acuerdo	176
De acuerdo	88
Indiferente	7
En desacuerdo	6
Totalmente en desacuerdo	13
<b>Suman:</b>	<b>290</b>

*Nota.* La tabla contabiliza el total de las opciones de respuesta marcadas en la encuesta de satisfacción, cuya escala empleada fue la de Likert (2023).

**Figura 22**

*Satisfacción del personal operativo tras la ejecución del proyecto*



*Nota.* La figura muestra los datos en frecuencia porcentual tomados de la Tabla 11 (2023).

## **Análisis e interpretación**

El personal operativo se encuentra satisfecho en un 91% respecto a la ejecución del proyecto tras su manifestación de estar totalmente de acuerdo o de acuerdo en la encuesta aplicada, frente al resultado de un 86% de alumnos que valoraron positivamente la metodología empleada tras utilizar de igual manera la escala de satisfacción de Likert, es decir, los trabajadores han valorado más al ABP que los estudiantes (Ye-Lin y otros, 2019). Al contar con un 2.4% de respuestas como indiferente, no se considera como significativo de análisis. Sin embargo, el 6.6% representado por las respuestas en desacuerdo o totalmente en desacuerdo sí son relevantes para definir oportunidades de mejora.

Las respuestas en desacuerdo o totalmente en desacuerdo provienen en su mayoría de un armador-soldador y de un ayudante-pintor. Las preguntas en donde ambos coinciden con criterio de no estar de acuerdo de alguna manera son: P.6- El acompañamiento que se me brindó fue suficiente a lo largo del proyecto., P.8- La documentación socializada cumple con los requisitos planteados en el proyecto., P.26- La empresa contó con la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, P.27 En el área de desarrollo del proyecto se presentó instrumentos necesarios para el montaje. y P.29- Los equipos del taller fueron suficientes para realizar el proyecto. Es decir, las oportunidades de mejora se encuentran en el acompañamiento, la documentación, la infraestructura de la empresa, los instrumentos para el montaje y en los equipos de taller.

La encuesta de satisfacción comprendió una segunda sección donde se plantearon preguntas abiertas. Las respuestas del personal se muestran a continuación:

**Tabla 12**

*Tabulación preguntas abiertas encuesta de satisfacción*

Trabajador	2a. ¿Qué es lo que me gustó del proyecto?	2b. ¿Qué es lo que no me gustó del proyecto?	2c. ¿Cuáles han sido mis fortalezas en el desarrollo de este proyecto?	2d. ¿Cuáles han sido mis debilidades en el desarrollo de este proyecto?
1	La colaboración con técnicos y empresas internacionales	Ciertas coordinaciones fallidas por parte de otros contratistas ajenos a nuestro contrato afectan de forma general al proyecto de manera general	La buena coordinación y resolución de problemas	La cantidad de gente involucrada ha resultado en ocasiones con comunicación poco asertiva y retrasos
2	El proceso de fabricación	El ambiente de la fábrica de cemento	La lectura de planos	El conocimiento en el idioma inglés
3	La seguridad	La comida	Aprender más	El viaje
4	La experiencia nueva enfriadora	Todo estaba bien	Conocimientos	Mucha presión
5	El Trabajo que se tuvo bajo presión	Que no me haya gustado casi nada	La experiencia en la operación del brazo grúa	No debilidad, sino cansancio físico y mental
6	Me gustó todo el proyecto en general porque he aprendido mucho	Sin comentarios	Saber comprender y ejecutar mi trabajo con eficacia	Ninguna
7	Lo que más me gustó es la organización de logística y personal	Compañeros que no fueron exigidos	Poder ayudar en todo lado	No estuve bien con mi pierna
8	Soldar	Cambio de trabajos sin haber terminado	Mis fortalezas son realizar actividades en el proyecto: conocimiento en realización de permisos en planta, resolución de problemas técnicos, logística y organización	Ser poco comunicativo
9	Me gustó porque me ayuda a mejorar tanto mis conocimientos	En este proyecto hubo fallos, pero en el transcurso de este	En el proceso de montaje se obtuvo nuevas habilidades y	En resumen, la poca experiencia que he tenido ha sido mi

	como habilidades en un montaje	proyecto fuimos mejorando	se pulió para el desarrollo de este proyecto	gran debilidad, poco a poco se ha ido mejorando y cumpliendo con las expectativas del proyecto
10	Experiencia que se obtiene	No me gustó la coordinación y la falta de herramientas	Trabajar en conjunto	Ninguna

*Nota.* La tabla reúne las respuestas del personal operativo ante las preguntas abiertas de la encuesta de satisfacción (2023).

### **Análisis e interpretación**

Considerando la primera pregunta abierta y las variables de estudio, se destacan las respuestas de: la experiencia, el he aprendido mucho y el mejorar tanto los conocimientos como habilidades en un montaje. Las otras respuestas ante esta pregunta están enfocadas a la parte técnica operativa o social (categorías de la Figura 18). Esto significa que al personal operativo no solo le gustó la temática relacionada con el proyecto, sino también otros temas que se desprenden del mismo o que pertenecen a otras disciplinas.

En cuanto a la segunda pregunta que trata sobre lo que no les gustó, no se tiene respuestas enfocadas en la comprensión de planos. Sin embargo, existe un par de contestaciones enfocadas en el ABP que se relacionan con la planificación y los recursos, estas son: la coordinación y la falta de herramientas respectivamente. Estos aspectos se deben considerar para la mejora continua en futuros proyectos.

Resulta significativo que las fortalezas mencionadas en relación con la comprensión de planos y el ABP sean: la lectura de planos, el comprender y ejecutar el trabajo con eficacia, aprender más y la resolución de problemas técnicos. Es decir, el personal adquirió conocimientos a través de la experiencia, los cuales podrán compartirlos de manera segura, siendo una de las razones de ser del ABP. También se manifiestan conocimientos previos que requieren de la

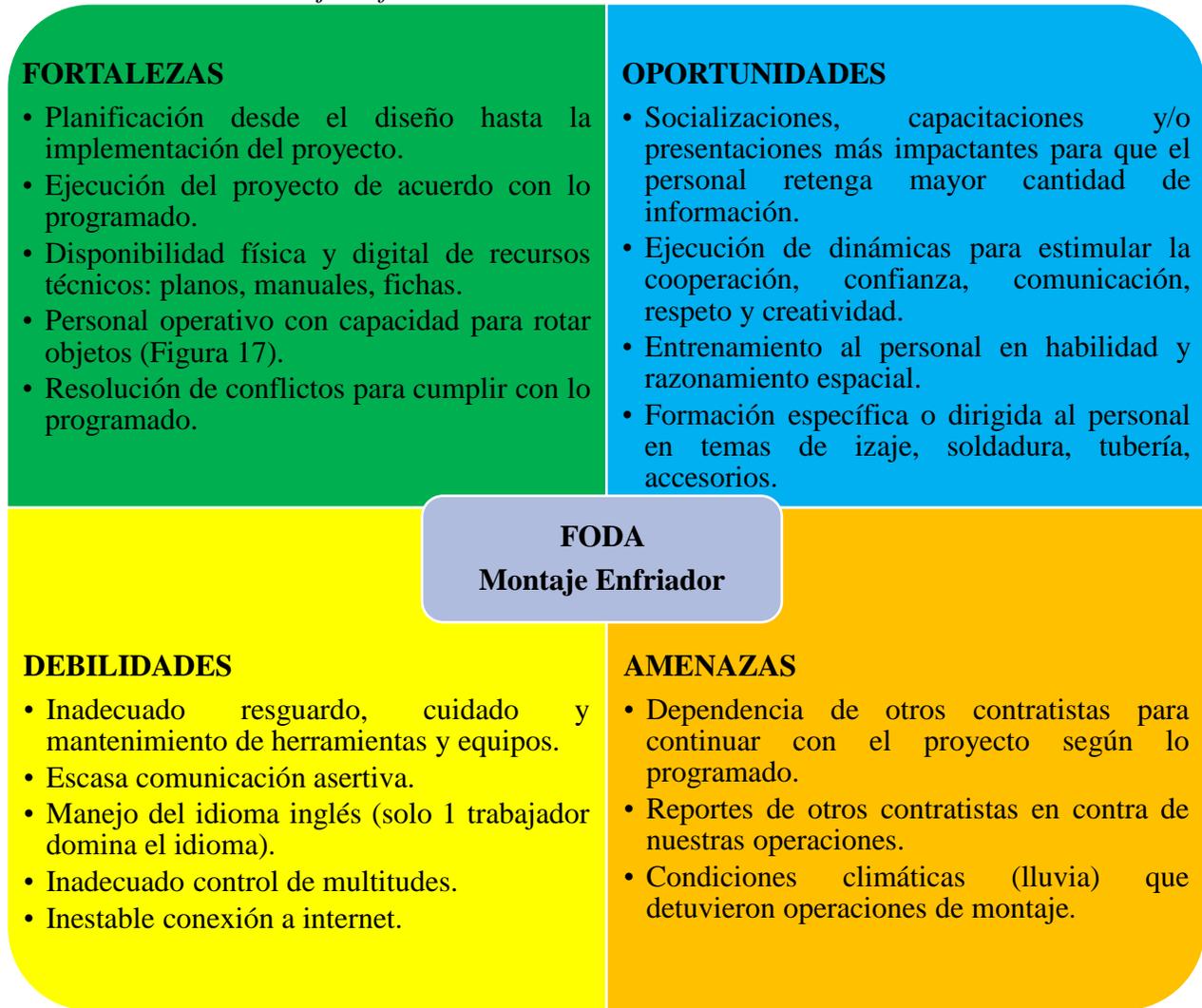
matemática como la logística o ámbito técnico, los cuales deben ser reforzados, ya que de estos nace el aprendizaje significativo (Chicaiza Guamán, 2022).

En cuanto a debilidades afines a las variables de estudio, las respuestas proporcionadas se relacionan con un atributo del ABP que es la socialización rica. Ejemplo de ello son la comunicación asertiva o ser poco comunicativo. Identificadas estas debilidades, se puede elaborar un plan de acción para mejora continua, de tal manera que en futuros proyectos se lleguen a establecer como fortalezas.

El cuarto y quinto punto del desarrollo del aprendizaje basado en proyectos corresponden a identificar fortalezas y debilidades para establecer oportunidades de mejora respectivamente. Dichos puntos se los puede abarcar con un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), mismo que se muestra a continuación:

**Figura 23**

*Análisis FODA del Montaje Enfriador*



*Nota.* La figura muestra el análisis FODA del montaje del Enfriador (2023).

**Análisis e interpretación**

Macusa Industrial cuenta con una plataforma destinada para la capacitación y el aprendizaje del personal disponible en: <https://macusa.milaulas.com/>. Este recurso es significativo para la oportunidad de mejora en el entrenamiento de la habilidad y el razonamiento espacial, dado que un ambiente B-learning estimula eficazmente la inteligencia espacial: percepción en un 25.3%, rotación en un 20.18% y visualización en un 26.85% (Gutiérrez Reyes y Meza Cristancho, 2019).



## **Análisis e interpretación**

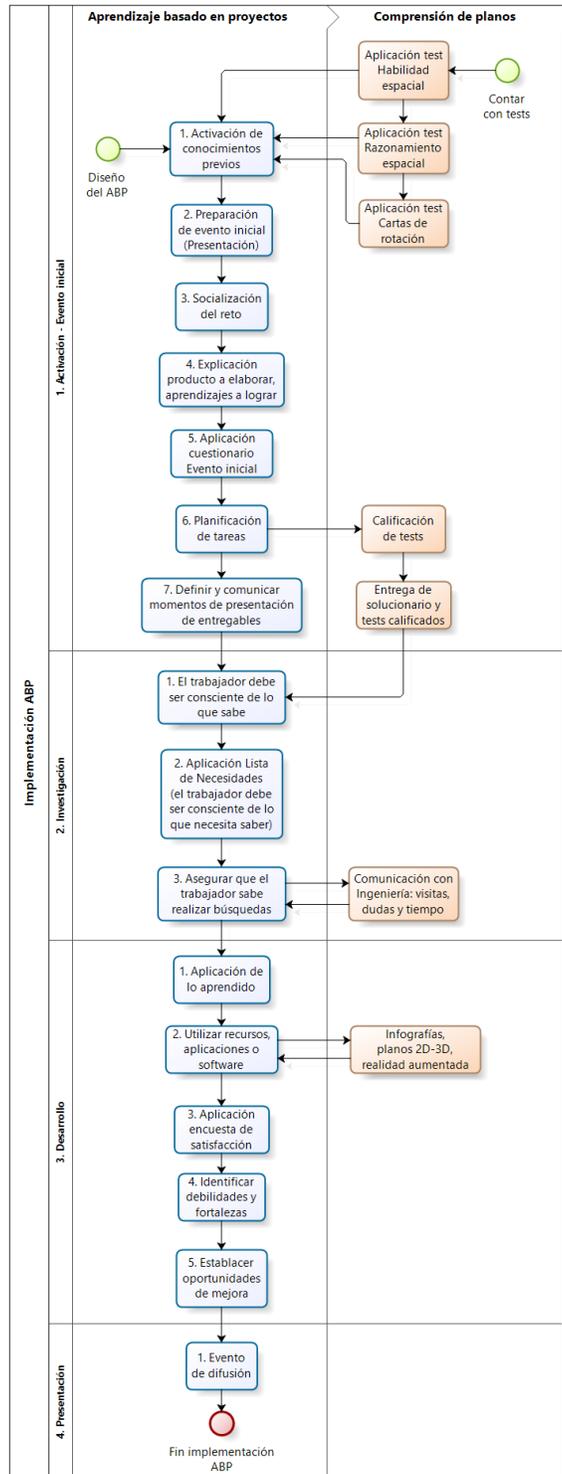
La presentación o difusión del producto involucró una preparación previa referente a:

- Recopilación y ordenamiento de información como reportes, actas, informes, imágenes, videos, entre otros.
- Revisión de factores y criterios de evaluación o inspección.
- Preparación para presentación por parte del personal operativo.
- Coordinación de agendas para presentación del producto.
- Poner a punto los recursos tecnológicos y alternativas en caso de fallo.

Si se tratara de un proyecto con fines educativos, la presentación debería grabarse para difundirla en la página web o una red segura de la institución (Gobierno de Canarias, 2017). Sin embargo, al tratarse de un proyecto entre instituciones privadas cuyo contenido es de carácter reservado-sensible, solo cierta información puede difundirse en los medios de cada empresa como socialización externa. A manera de socialización interna, estará la grabación y demás recursos para los diferentes sistemas de gestión como Calidad, Auditoría, Documentación, entre otros.

**Figura 25**

*Implementación del ABP del Proyecto*



*Nota.* La figura muestra el flujograma de la implementación del ABP del proyecto (2023).

## **Análisis e interpretación**

El proceso de implementación del ABP se puede representar mediante un flujograma, semejante a como se realizó para el proceso de diseño, siendo así una herramienta gráfica para guiar el proyecto de manera sistemática y documentada, ayudando no solo a profesores, sino también a quienes son responsables de dirigir proyectos (Rico Jiménez y otros, 2018). La estrategia formativa del ABP no solo es una experiencia significativa en el desarrollo de prácticas industriales, sino también en el montaje (Laguado y otros, 2020).

Los 10 trabajadores que iniciaron este proyecto finalizaron el mismo, ratificando lo manifestado por Nápoles y Loyola en 2018 respecto a que el método del ABP propicia el compromiso ante una situación problemática. De igual manera, los trabajadores han alcanzado competencias respecto al montaje, seguridad y otros que exige el mercado laboral. No solo los docentes deben continuar con el criterio del ABP, sino también los directores de proyectos, ya que se adquiere un aprendizaje significativo en el personal y es un aporte para la mejora continua (Acevedo Martínez y otros, 2018).

El presente estudio es evidencia de que la metodología del ABP se relaciona con la metodología del PHVA cuando en el planificar se diseña, en el hacer se implementa, al verificar se presenta los entregables o se realiza los controles pertinentes y al actuar se toma acciones para mejorar continuamente cuando se identifican fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Así, se da soporte al estudio de Berazadi (2021), donde diseñó un proyecto basado en el ABP recurriendo a la metodología PHVA en el cual concluyó que es crucial intervenir en el aprendizaje de futuros profesionales para interiorizar valores de mejora continua.

## Validación de hipótesis

Con los datos de la encuesta de satisfacción se procedió a la validación de la hipótesis general de investigación.

Hipótesis nula ( $H_0$ ):

La comprensión de planos no se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):

La comprensión de planos se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos.

**Tabla 13**

*Tabla de contingencia prueba de hipótesis  $\chi^2$  y  $\phi^2$*

**Tabla de contingencia Comprensión de planos \* Aprendizaje basado en proyectos**

			Aprendizaje basado en proyectos			Total
			Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
Comprensión de planos	En desacuerdo	Recuento	1	0	0	1
		Frecuencia esperada	,1	,3	,6	1,0
		% del total	10,0%	0,0%	0,0%	10,0%
	De acuerdo	Recuento	0	3	1	4
		Frecuencia esperada	,4	1,2	2,4	4,0
		% del total	0,0%	30,0%	10,0%	40,0%
	Totalmente de acuerdo	Recuento	0	0	5	5
		Frecuencia esperada	,5	1,5	3,0	5,0
		% del total	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
	Total	Recuento	1	3	6	10
		Frecuencia esperada	1,0	3,0	6,0	10,0
		% del total	10,0%	30,0%	60,0%	100,0%

*Nota.* La tabla de contingencia se construyó a partir de la encuesta de satisfacción aplicada al personal operativo y procesada con el software IBM SPSS Statistics 21 (2023).

**Tabla 14**

*Prueba de Chi-cuadrado*

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
<i>Chi-cuadrado de Pearson</i>	16,250 <sup>a</sup>	4	,003
<i>Razón de verosimilitudes</i>	13,460	4	,009
<i>Asociación lineal por lineal</i>	7,469	1	,006
<i>N de casos válidos</i>	10		

*a. 9 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,10.*

*Nota.* La tabla de prueba de Chi-cuadrado se obtuvo mediante el análisis de estadísticos descriptivos a partir de la encuesta de satisfacción aplicada al personal operativo y procesada con el software IBM SPSS Statistics 21 (2023).

Como el valor de significancia del Chi-cuadrado de Pearson es  $0.003 < 0.050$ , entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, en otras palabras, la comprensión de planos se relaciona significativamente con el aprendizaje basado en proyectos.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.**

#### **5.1. Conclusiones**

- La comprensión de planos es un proceso interactivo que relaciona a la persona, a la representación gráfica y al contexto para que el individuo aprenda y explique fenómenos mediante imágenes o representaciones. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) no solo es una metodología activa, colaborativa o estrategia metodológica para resolver retos a nivel académico como práctica docente, sino también es una estrategia formativa y de mejora continua para el ámbito industrial.
  
- El nivel de comprensión de planos del personal operativo de Macusa Industrial es próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos en los test de habilidad (53%) y razonamiento espacial (60%), mientras que en el test de rotación se alcanzan los aprendizajes requeridos (86%). Los resultados del diagnóstico dan las pautas sobre las dificultades en habilidad y razonamiento espacial que pueden presentar los trabajadores durante el montaje. Con el fin de disminuir las dificultades y como asistencia para el personal durante el desarrollo del proyecto, se emplean recursos como: planos impresos, planos digitales, manuales y realidad aumentada. Asimismo, los resultados del diagnóstico son justificativo para añadir capacitaciones como mejora continua en el programa anual de la empresa.

- La metodología ABP se aplicó en su totalidad con el personal operativo, desde la etapa del diseño hasta la etapa de implementación. El contar etapas y fases definidas permitió establecer las tareas, avances y entregables. De igual manera, facilitó la exposición breve y concisa del proyecto ante las personas o empresas involucradas. El ABP permite integrar métodos como el PHVA, DMAIC, FODA, entre otros para volverlo robusto en función del proyecto a desarrollar. La estructura del ABP sirve como Hoja de Ruta para la implementación de un proyecto industrial. Aplicar la metodología del ABP en montajes demanda de recursos, prevención y control de riesgos, resolución de conflictos, compromiso de los participantes y personal capacitado, entrenado, coordinado y en constante comunicación.
  
- Al obtener el 91% de satisfacción del personal operativo en la encuesta realizada y la aceptación o aprobación por parte de la empresa auditora, se concluye que el ABP ha sido un éxito. Los diez trabajadores que iniciaron el proyecto lo concluyeron, reflejando así el compromiso con su profesión y la empresa. Los diferentes puntos en desacuerdo manifestados por el personal se pueden considerar como puntos de mejora para futuros proyectos de montaje. Esta retroalimentación es significativa porque las personas que ejecutaron el proyecto se expresan, aportan con aspectos no considerados o plantean acciones por el bien común.

## **5.2.Recomendaciones**

1. En el diseño del ABP, lo que refiere a Actividades de Aprendizaje, en la Activación o Evento Inicial, se debería integrar la ejecución de dinámicas para estimular la cooperación, confianza, comunicación, respeto y creatividad entre las personas que ejecutarán el proyecto.
2. En la implementación del ABP, Activación o Evento Inicial, se debería desarrollar socializaciones, capacitaciones y/o presentaciones impactantes para que el personal retenga mayor cantidad de información.
3. En la implementación del ABP referente a la Investigación, a la par de asegurar que el trabajador sepa realizar búsquedas, se debería entrenar al personal o proporcionar formación específica en ámbitos que requiera el proyecto.
4. En proyectos que requieran la intervención de recursos tecnológicos como dispositivos y conexión a internet, se debería garantizar su estabilidad, acceso, disponibilidad y debido resguardo.
5. En proyectos que involucren cantidades de recursos técnicos-operativos, tales como herramientas, equipos e instrumentos, se debería mantener un estricto control y mantenimiento de los mismos para obtener una disponibilidad en óptimo estado.

### 5.3. Bibliografía

- Acevedo Martínez, J., Escalante García, N. I., y Ortiz Hermosillo, C. A. (2018). El proyecto como estrategia didáctica para desarrollar competencias en estudiantes de ingeniería. *Pistas educativas*, 39(129), 2-15.
- Acosta Portilla, L. G. (2022). *Herramientas TAC y el proceso de enseñanza aprendizaje de Geometría Analítica en bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35398>
- Altamirano Zanipatín, I. A. (2022). *La realidad aumentada como herramienta de enseñanza en el aprendizaje de vectores*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36419>
- Amancha Lagla, M. E. (2021). *Las Fases de Resolución de Problemas de Polya en el Desarrollo del Pensamiento Abstracto*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32849>
- Antezana Iparraguirre, R. P. (2021). Concepción del mundo de los docentes y rendimiento académico de los estudiantes. *Horizonte de la Ciencia*, 11(20), 139-160. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2021.20.774>
- Aptitude Test. (2018, 25 de junio). *Spatial Ability Test*. <https://www.apptitude-test.com/free-apptitude-test/simulated-spatial-ability/>
- Aptitude Test. (2020, 7 de abril). *Card Rotation Test*. <https://www.apptitude-test.com/membership/cardrotation.html>

- Arévalo Vargas, A. M. (2018). *La evaluación continua como herramienta de aprendizaje para mejorar la comprensión lectora en los estudiantes de ciclo II en el IED Nicolás Esguerra* [Tesis de pregrado, Universidad Libre]. Archivo digital. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/15695>
- Augin. (2022, 10 de marzo). ¿Qué es Augin? <https://augin.app/es>.
- Autodesk. (2017, 26 de enero). ¿Qué es Autodesk AutoCAD? <https://www.autodesk.es>.  
<https://www.autodesk.es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Behnam, S. (2022, 10 de septiembre). Realidad aumentada con la aplicación Augin. <https://www.samisoft.ir/augin/>
- Berazadi Etxabe, G. (2021). *Enseñar a integrar estrategias Lean Six Sigma en el sector de la restauración a través de un aprendizaje basado en proyectos* [Tesis de maestría, Universidad de Navarra]. Archivo digital. <https://dadun.unav.edu/handle/10171/61935>
- Bernal Álava, Á. F., Indacochea Ganchozo, B., Cañarte Vélez, C. R., y Falconi Ayón, P. M. (2022). La comunicación interactiva y su incidencia en la formación profesional. *Dominio De Las Ciencias*, 8(3), 1256-1273. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i3.2870>
- Blandón Ruiz, C. J. (2020). Importancia del fomento de la lectura para el desarrollo de la comprensión de textos. *Revista Multi-Ensayos*, 6(12), 14-20. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10115>
- Cabero Almenara, J., De La Horra Villacé, I., y Sánchez Bolado, J. (2018). *La realidad aumentada como herramienta educativa: aplicación para educación infantil, primaria, secundaria*. Ediciones Paraninfo.

- Cabrera-González, A. C. (2013). Los procesos de análisis, comprensión y construcción del discurso científico-técnico desde una óptica interdisciplinaria. *Ingeniería Mecánica*, 16(3), 202-209. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59442013000300004&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442013000300004&lng=es&tlng=es).
- Camacho Cano, J. C. y Bautista Díaz, D. A. (2017). La Comunicación Gráfica Mediador de Procesos de Enseñanza Aprendizaje de Razonamiento Lógico Espacial. <https://recursos.educoas.org/publicaciones/la-comunicacion-grafica-mediador-de-procesos-de-enseanza-aprendizaje-de-razonamiento>
- CEMEX ESPAÑA. (2015, 8 de julio). Clínter para fabricar Cemento y Hormigón. <https://www.cemex.es/cemento/clinker>
- Centro Virtual Cervantes. (2023, 2 de septiembre). Conocimientos previos [https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/diccio\\_ele/diccionario/conocimientosprevios.htm](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/conocimientosprevios.htm)
- Cherrez-Sanmartín, N. J., Maza-Sánchez, E. J., y Pacheco-Molina, A. M. (2021). Diseño de flujogramas en el sector Cooperativo - Economía Popular y Solidaria para la mejora de procesos. *Polo del conocimiento*, 6(9), 1545-1566. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3126>
- Chicaiza Guamán, L. O. (2022). *El conocimiento previo y el rendimiento académico en la matemática* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34172>
- Cho, J. Y., y Suh, J. (2019). Understanding Spatial Ability in Interior Design Education: 2D-to-3D Visualization Proficiency as a Predictor of Design Performance. *Journal of Interior Design*, 44(3), 141-159. <https://doi.org/10.1111/joid.12143>

- Coello Baños, G. D., Pazmiño Piedra, J. P., y Erazo Álvarez, J. C. (2022). Diseño de recursos didácticos con aprendizaje basado en proyectos para el módulo de metalmecánica. *Alfa Publicaciones*, 4(4), 67-82. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i4.285>
- Covarrubias Couder, M. A., Jiménez López, E., Amavizca Valdez, L. O., Tolano Gutiérrez, H. K., Vázquez Moreno, E. E., y Gaytán Martínez, L. Z. (2023). El aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de la EBC en la carrera de ingeniería industrial en calidad de la universidad la Salle Noroeste. *Ciencia Latina Internacional*, 7(2), 1949-1969. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5443](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5443)
- Cruz García, M. A. (2019). Fuentes de información. *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*, 8(15), 57-58. <https://doi.org/10.29057/icea.v8i15.4864>
- Equipo de Enciclopedia Significados. (2023). *Enciclopedia con explicaciones sobre las diversas áreas del conocimiento humano*. <https://www.significados.com>
- Espinoza Freire, E. E. (2018). Diagnóstico de la implementación del principio de la interdisciplinariedad. *Conrado*, 14(62), 195-204. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442018000200032&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000200032&lng=es&tlng=es).
- FONS Technology. (2019, 30 de mayo). *Unidad de enfriamiento de clinker*. [https://www.fonstechnology.com.tr/clinker-cooler-unit\\_en](https://www.fonstechnology.com.tr/clinker-cooler-unit_en)
- Formación en Red del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2015). *ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos)*. [https://formacion.intef.es/tutorizados\\_2013\\_2019/pluginfile.php/105732/mod\\_imscp/content/1/abp\\_aprendizaje\\_basado\\_en\\_proyectos.html](https://formacion.intef.es/tutorizados_2013_2019/pluginfile.php/105732/mod_imscp/content/1/abp_aprendizaje_basado_en_proyectos.html)

- Francisco Carrera, F. J., Gómez Redondo, S., y Bueno Ruiz, I. (2016). Ontología y didáctica: una aproximación híbrida de base prudencial. *Cátedra de Hermenéutica Analógica*, 1-15.  
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/23468>
- García Martínez, S., Estrada Tejedor, R., y Macarulla Arenaza, A. (2022). *Aprendizaje basado en Proyectos*.  
<https://drive.google.com/file/d/1e8TY7LmJnLnLA7MRIUZiU4llPjhLsT5k/view>
- Gardner, H. (2001). Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples (Segunda ed.). Bogotá: Fondo de Cultura Económica.  
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/593/1/Estructura%20de%20la%20mente.%20teoria%20de%20las%20Inteligencias%20múltiples.pdf>
- Gobierno de Canarias. (2017, 5 de septiembre). *Aprendizaje Basado en Proyectos*.  
<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/pedagogic/aprendizaje-basado-proyectos/>
- González Rivero, M. D. y Santana Arroyo, S. (2017). *Modelo DELFIN. Desarrollo de Estudiantes Lectores Fortalecidos en Información: metodología para desarrollar competencias informacionales en estudiantes de Secundaria Básica*. Universitaria.  
[https://www.researchgate.net/publication/325505863\\_Modelo\\_DELFIN\\_Development\\_of\\_Students\\_With\\_Enhanced\\_Information\\_Literacy\\_Skills\\_Developing\\_Informational\\_Competencies\\_in\\_Secondary\\_Basic\\_Students](https://www.researchgate.net/publication/325505863_Modelo_DELFIN_Development_of_Students_With_Enhanced_Information_Literacy_Skills_Developing_Informational_Competencies_in_Secondary_Basic_Students)
- Gutiérrez Reyes, M. Á., y Meza Cristancho, J. A. (2019). *Diseño de un ambiente B-Learning para la estimulación de la inteligencia espacial* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Archivo digital.  
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22979>

- Hernández, M. (2014, 24 de noviembre). *Dibujo Técnico Biela*.  
<https://dibujotecnico.umh.es/2014/09/19/258/>
- International Organization for Standardization. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario (ISO 9000)*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- International Organization for Standardization. (2017). *Sistemas de gestión de la calidad — Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos (ISO 10006)*.  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10006:ed-3:v1:es>
- Irua Meneses, Á. V. (2022). *Estilos de aprendizaje y la enseñanza de la trigonometría para tercer año de bachillerato en ciencias* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36106>
- Laguado, R. I., Ramírez D, P., y Hernández, F. Y. (2020). El aprendizaje basado en proyectos, una experiencia en las prácticas industriales del programa de ingeniería industrial de la UFPS. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 80-89.  
<https://doi.org/10.24054/bistua.vi.219>
- Laurens Arredondo, L. A. (2019). Realidad Aumentada: propuesta metodológica para la didáctica de diseño industrial en el ámbito universitario. *Revista científica electrónica de educación y comunicación en la sociedad del conocimiento*, 19(2), 135-154.  
<https://doi.org/10.30827/eticanet.v19i2.11853>
- LaValley, M. (2017, 22 de marzo). *Guía de SketchUp: Cómo exportar una imagen optimizada desde SketchUp*. Architizer. <https://architizer.com/blog/practice/details/sketchup-guide-render-your-model/>

- Llopis, J. (2016, 16 de octubre). *Movimiento Rectilíneo Uniforme*.  
<https://www.matesfacil.com/fisica/cinematica/MRU/ejercicios-problemas-resueltos-movimiento-rectilineo-uniforme.html>
- López A, J. P. (2020, 7 de mayo). *Gestión de Proyectos Socio - Productivos*.  
<https://www.dropbox.com/scl/fi/recau2be9brtgv2lr6ooi/1.-Introducci-n-L-pez-tipolog-a.pdf?rlkey=wdb0jj5862raebrn1vywqu1u3&dl=0>
- Macusa Industrial. (2024). *Nosotros*. <https://www.macusaindustrial.com/acerca-de>
- Marquéz Aguirre, A. (2021, 24 de junio). *Metodologías activas: ¿Sabes en qué consisten y cómo aplicarlas?* La Universidad en Internet (UNIR).  
<https://www.unir.net/educacion/revista/metodologias-activas/>
- Ministerio de Educación de la República del Ecuador. (2017, 03 de marzo). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (RGLOEI)*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Reglamento-General-a-la-Ley-OrgAnica-de-Educacion-Intercultural.pdf>
- Ministerio de Educación de la República del Ecuador. (2019). *Guía metodológica para docentes facilitadores del Programa de Participación Estudiantil*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Guia-metodologica-para-docentes-facilitadores-del-PPE.-Regimen-Costa-2019-2020.pdf>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (2015, 10 de abril). *No todo vale en el ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos)*. <https://intef.es/Noticias/no-todo-vale-en-abp-aprendizaje-basado-en-proyectos/>

- Moreno, L. A. y Quiplidor, F. E. (2018, del 4 al 5 de octubre). La comprensión de la forma arquitectónica y su relación con el lenguaje gráfico [Conferencia] *VII Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines*. La Plata – Buenos Aires, Argentina. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130207>
- Nápoles Padrón, E. y Loyola Martín, A. (2018). Aprendizaje basado en problemas en la asignatura dibujo para ingenieros mecánicos. *Transformación* 14(3), 420-433. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-29552018000300420&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-29552018000300420&lng=es&tlng=es).
- Naranjo Pereira, M. L. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 153-170. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i2.510>
- Pérez Porto, J., y Merino, M. (2021, 8 de septiembre). *Interdisciplinario - Qué es, definición y concepto*. <https://definicion.de/interdisciplinario/>
- Pico Llerena, E. M. (2022). *Entornos virtuales de aprendizaje para el fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje de geometría analítica en décimo año de educación general básica* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36844>
- Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es>
- Rico Jiménez, B. A., Garay Jiménez, L. I., y Ruiz Ledesma, E. F. (2018). Implementación del aprendizaje basado en proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 20-57. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.372>

- Ríos Reyes, R. (2023, 24 de agosto). *Metodología activa participativa, concepto, características*.  
<https://epperu.org/metodologia-activa-participativa/>
- Roa Rocha, J. C. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 63-75.  
<https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Rodríguez Díaz, R. Y. (2019). *La comprensión lectora: enfoques, niveles, factores y teorías* [Tesis de Bachiller, Universidad Peruana Unión]. Archivo digital.  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2441>
- Rueda Sánchez, Ó. E. y Chio Cho, N. (2022). Caso de estudio de integración de aprendizaje en el programa de ingeniería mecatrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.2251>
- Schneider, H., y Sappert, D. (2022). Manual Práctico de Dibujo Técnico (Tercera ed.). (C. Sáez De Magarola, Trad.) Reverté, 2022.
- Solano, U. (2011, 26 de marzo de 2011). *Cinemática del movimiento*.  
<http://cinematicamov.blogspot.com/2011/03/graficas-de-posicion-contra-tiempo.html>
- Terenzano, I., Fornari, J., Liberatori, H. P., Sosa Zitto, R., y Rossini Scarlata, J. A. (2022). Aprendizaje basado en retos: una estrategia para la integración de saberes en asignaturas de proyecto final de carreras de ingeniería. *Difusiones*, 23(23), 5-29.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7865483>
- Torres Villarreal, M. L., Iregui Parra, P. M., y Senior Serrano, S. (2015). *El Interés Público en América Latina - Reflexiones desde la educación legal clínica y el trabajo ProBono*.  
Universidad del Rosario.

<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/2fb30834-9755-467d-bab9-c40c3d8e76bd/content>

Trimble Inc. (2012, 17 de noviembre). *SketchUp*. <https://www.sketchup.com/es>

UNACEM ECUADOR S.A. (2018). *Proceso de producción del cemento*.  
<https://unacemecuador.com/proceso-cemento/>

UNESCO. (2022, 06 de abril). *La inclusión en la educación*.  
<https://www.unesco.org/es/education/inclusion>

Universidad del País Vasco. (s.f.). *Las metodologías activas de enseñanza en el programa ERAGIN*.  
<https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin-irakaskuntza-metodologia-aktiboak#Lasmetodolog%C3%ADasactivas>

Universidad Europea. (2023, 23 de junio). *¿Qué es el aprendizaje basado en proyectos?*  
<https://innovacion-educativa.universidadeuropea.com/noticias/que-es-aprendizaje-basado-proyectos/>

Van Dijk, T. (2005). Ideología y análisis del discurso. *Utopía y praxis latinoamericana*, 10(29), 9-36.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-52162005000200002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-52162005000200002&lng=es&tlng=es)

Ye-Lin, Y., Prats-Boluda, G., García-Casado, J., Guijarro-Estelles, E., y Martínez-De-Juan, J. L. (2019). Diseño, aplicación y valoración de actividades destinadas al trabajo y evaluación de múltiples competencias transversales en grupos numerosos de máster de ingeniería, empleando el aprendizaje basado en proyectos. *Educatio Siglo XXI*, 37(3 Nov- Feb), 133-162. <https://doi.org/10.6018/educatio.399201>

## 5.4. Anexos

A continuación, se enlistan los anexos que se consideran relevantes para el proceso de investigación:

**Tabla 15**

*Lista de anexos*

<b>Anexo</b>	<b>Detalle</b>
1	Carta de Compromiso Joffre Espín - Macusa Industrial
2	Categorización fundamental de variables vi y vd
3	Esquema comprensión de planos vi
4	Esquema aprendizaje basado en proyectos ABP vd
5	Flujograma Diseño del ABP – Montaje del Enfriador 327CC01
6	Presentación Evento Inicial Proyecto Montaje Enfriador
7	Cuestionario Evento Inicial
8	R1 Validación Cuestionario Evento Inicial Presentación del Proyecto
9	R2 Validación Cuestionario Evento Inicial Presentación del Proyecto
10	Test Habilidad espacial
11	Test Razonamiento espacial
12	Test Rotación de tarjetas
13	Lista de requerimientos
14	R1 Validación instrumentos de investigación Lista de requerimientos de conocimiento
15	R2 Validación instrumentos de investigación Lista de requerimientos de conocimiento
16	Encuesta Final
17	R1 Validación instrumentos de investigación Encuesta final
18	R2 Validación instrumentos de investigación Encuesta final
19	Procedimiento grafico de ensamble para enfriadora en campo
20	Formato Reporte Diario de Trabajo en Planta v2.1 RDTP_2.1
21	Matriz de registro de tutorías
22	Informe Turnitin

Enlace a anexos:

<https://www.dropbox.com/scl/fo/n2r1qzk2czcwtelrupm0a/h?rlkey=83kixggcd427avir8vyggf cma&dl=0>

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA**

### **6.1.Título**

Propuesta de desarrollo del aprendizaje basado en proyectos en el montaje del Enfriador 327CC01.

### **6.2.Descripción**

Por una parte, Macusa Industrial es una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial, desarrollo de proyectos y montaje de estructuras. Por otra parte, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología colaborativa donde se resuelve situaciones reales mediante el desarrollo de un producto. Esta estrategia metodológica permite resolver retos mediante un conjunto de tareas diseñadas y programadas. Tanto Macusa Industrial como el ABP se enfocan en la mejora continua y es así que un camino para ello es mediante la educación. Al tener como factor común el desarrollo de proyectos, es posible integrar el ABP a la empresa. La propuesta detallada a continuación considera aspectos relevantes tales como fases, etapas, instrumentos, indicadores e interpretaciones para llevar a cabo el montaje del Enfriador 327CC01.

### 6.3.Desarrollo de la propuesta

#### PROCESO DEL ABP

#### I. DISEÑO

<b>1. Tema relevante para el personal operativo</b>
Incremento de la capacidad de producción de clínker de 1650 a 1900 toneladas por día (TDP) – Montaje Enfriador 327CC01
<b>Descripción:</b> El proyecto 2225 que corresponde al incremento de capacidad de producción de clínker de 1650 a 1900 tpd está conformado por varios frentes, los cuales han sido asignados a Macusa Industrial. El proyecto comprende la fabricación, desmontaje y montaje de: Enfriador, Sala Eléctrica 821, Sala Eléctrica 823, Salida de compresores, Combustibles y Silo Central.
<b>2. Criterios de evaluación</b>
El criterio de evaluación se centrará en el montaje del enfriador 327CC01.
<b>3. Reto o desafío</b>
¿Cómo podemos realizar el montaje del Enfriador 327CC01?
<b>4. Actividades de aprendizaje que se abordarán durante el proyecto</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Evento inicial: explicación del proyecto.</li><li>2. Investigación: lo que se sabe y lo que se necesita saber.</li><li>3. Desarrollo: aplicación de lo aprendido para elaborar el producto.</li><li>4. Presentación / difusión: comunicarlo a una audiencia externa.</li></ol>
<b>5. Producto final</b>
Montaje del Enfriador 327CC01 como frente para incrementar la capacidad de producción de clínker de 1650 a 1900 toneladas por día.
<b>6. Audiencia</b>
Presentación de resultados a: <ul style="list-style-type: none"><li>• ARPL</li><li>• UNACEM Ecuador</li><li>• Macusa Industrial</li></ul>

## II. IMPLEMENTACIÓN

<b>1. Activación – Evento inicial</b>
1.1.Activación de conocimientos previos. 1.2.Preparación de evento inicial (contexto del proyecto) – Tema de proyecto. 1.3.Pregunta guía – Reto o desafío. 1.4.Explicación qué productos se tienen que elaborar y qué aprendizajes se espera que logren en el proceso y elaboración de productos. 1.5.Planificación de tareas a desarrollar. 1.6.Hitos o momentos de presentación de entregables o productos intermedios de seguimiento.
<b>2. Investigación</b>
2.1.El trabajador debe ser consciente de lo que sabe. 2.2.El trabajador debe ser consciente de lo que necesita saber. 2.3.Asegurar que el trabajador sabe realizar búsquedas o consultas. 2.4.Los trabajadores tendrán que comunicarse (facilitar un entorno).
<b>3. Realización o desarrollo.</b>
3.1.Aplicación de lo aprendido. 3.2.Utilizar recursos, aplicaciones o software específicos. 3.3.Encuesta de satisfacción. 3.4.Identificar debilidades y fortalezas. 3.5.Dar oportunidades de mejora.
<b>4. Presentación o difusión</b>
4.1.Evento de difusión (presentación grabada)

### III. VARIABLES

<b>Variable independiente:</b>	Comprensión de planos	
Descripción:	Tener una idea clara o explicable de lo que se va a realizar de acuerdo con los planos de montaje.	
<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad de visitas o comunicaciones diarias que realiza un trabajador a ingeniería para solventar dudas de acuerdo con planos.</li> <li>2. Cantidad de dudas que posee un trabajador, realizadas diariamente a ingeniería respecto a planos.</li> <li>3. Tiempo que un trabajador se encuentra en comunicación con ingeniería para aclarar sus dudas.</li> </ol>	<p>Formato industrial de registro documental.</p> <p>Mensajes por <i>WhatsApp</i> a Ingeniería.</p> <p>Llamadas telefónicas o <i>WhatsApp</i> a Ingeniería.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A mayor cantidad de visitas o comunicaciones diarias para solventar dudas, menor comprensión de planos.</li> <li>2. A mayor cantidad de dudas, menor comprensión de planos.</li> <li>3. A mayor cantidad de tiempo de comunicación para aclarar dudas, menor comprensión de planos.</li> </ol>

<b>Variable dependiente:</b>	Aprendizaje basado en proyectos			
Descripción:	Implementación de un conjunto de tareas para el Montaje del Enfriador 327CC01 como frente para incrementar la capacidad de producción de clínker de 1650 a 1900 toneladas por día.			
<b>PROCESO IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>FASE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
1. Activación	1. Activación de conocimientos previos	2. Respuestas correctas 3. Respuestas erróneas 4. Preguntas sin contestar	1. Test habilidad espacial 2. Test rotación 3. Test razonamiento espacial	Evaluación diagnóstica respecto a habilidad espacial, rotación y razonamiento espacial
	2. Preparación de evento inicial	Cuestionario contestado correctamente.	Presentación del proyecto (diapositivas).  Cuestionario respecto al diseño del ABP dirigido al trabajador.	Cuestionario contestado correctamente asegura que el trabajador comprende el proyecto.
	3. Pregunta guía – reto o desafío			
	4. Qué productos se tienen que elaborar y qué aprendizajes se espera que logren en el proceso y elaboración de productos			
2. Investigación	1. El trabajador debe ser consciente de lo que sabe.	Resultados evaluación diagnóstica respecto a habilidad espacial, rotación y razonamiento espacial.	Cuadro resumen de resultados de evaluación  Test aplicados  Solucionario test aplicados.	El trabajador recibe su test aplicado, sus resultados y el solucionario para revisión de aciertos y errores.

	<p>2. El trabajador debe ser consciente de lo que necesita saber.</p>	<p>Lista de necesidades escritas por el trabajador respecto a lo que necesita saber</p> <p>Socialización de actividades</p>	<p>Lista de requerimientos</p> <p>Cronograma de actividades montaje</p>	<p>El trabajador enlista lo que necesita saber en función a la activación.</p> <p>El trabajador cuenta con las tareas a realizar del montaje</p>
	<p>3. Asegurar que el trabajador sabe realizar búsquedas o consultas (Operacionalización de variable independiente: comprensión de planos).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad de visitas o comunicaciones semanales que realiza un trabajador a ingeniería para solventar dudas de acuerdo a planos.</li> <li>2. Cantidad de dudas que posee un trabajador realizadas semanalmente a ingeniería respecto a planos.</li> <li>3. Tiempo que un trabajador se encuentra en comunicación con ingeniería para aclarar sus dudas.</li> </ol>	<p>Formato industrial de registro documental.</p> <p>Mensajes por WhatsApp a Ingeniería.</p> <p>Llamadas telefónicas o WhatsApp a Ingeniería.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A mayor cantidad de visitas o comunicaciones semanales para solventar dudas, menor comprensión de planos.</li> <li>2. A mayor cantidad de dudas, menor comprensión de planos.</li> <li>3. A mayor cantidad de tiempo de comunicación para aclarar dudas, menor comprensión de planos.</li> </ol>

3. Desarrollo	1. Aplicación de lo aprendido	Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) semanal	Last Planner de montaje Enfriador	A mayor PPC, mayor aplicación de lo aprendido.
	2. Utilizar recursos, aplicaciones o software específicos	Infografías Planos en 2D y 3D	Socialización de planos de montaje Realidad aumentada	A través de los instrumentos se fortalece la comprensión de planos
	3. Encuesta de satisfacción	Satisfacción del trabajador respecto a la ejecución del Proyecto	Encuesta de satisfacción	Conocer la satisfacción de la implementación del proyecto según escala de Likert y preguntas abiertas.
	4. Identificar debilidades y fortalezas	<i>Debilidades</i> No conformidades levantadas durante el montaje. Justificación de tareas no cumplidas en el Last Planner. Asuntos o temas de consulta por parte de los trabajadores. Encuesta de satisfacción <i>Fortalezas</i> Tiempos de ejecución de tareas Encuesta de satisfacción	Documento ARPL no conformidad. Last Planner de montaje Enfriador. Formato industrial de registro documental. Mensajes por <i>WhatsApp</i> a Ingeniería. Reportes diarios Encuesta de satisfacción	Las no conformidades levantadas por parte de ARPL, las justificaciones de tareas no cumplidas en la planificación semanal será experiencia para tomar acción correctiva como mejora continua. Los asuntos o temas de consulta del trabajador serán referente para fortalecer puntualmente los previstos en tópicos.

	5. Establecer oportunidades de mejora	Resumen debilidades Encuesta abierta de satisfacción	Informe debilidades y acción correctiva Encuesta de satisfacción	Documento que comprende las debilidades identificadas y las posibles acciones correctivas.
4. Presentación	1. Evento de difusión	Reunión de socialización de resultados	Presentación sobre resultados del proyecto	Se socializa los resultados de la implementación del proyecto.