



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación  
(MRPI) aplicada en la resolución de situaciones problemáticas  
abiertas contextualizadas sobre circuitos eléctricos por futuros  
profesores de Matemática y Física**

Tesis para optar el Título de  
Licenciado en Educación. Nivel Secundaria. Especialidad Matemática y Física

**Dimer Andy Tello Gaona**

Asesor(es):

**Dra. María del Carmen Barreto Pérez de Guerrero**

Piura, febrero de 2022



## Dedicatoria

A mis padres y a mi hermana, por apoyarme incondicionalmente a lograr mis metas.





## **Agradecimientos**

En estas líneas, quiero agradecer de manera especial a quienes han contribuido en el desarrollo de la presente investigación y que a su vez han aportado en mi desarrollo personal y profesional.

Agradecer a Dios por concederme la salud, sus bendiciones y por ser soporte y guía en tiempos difíciles.

A mis padres Andrés y Hormecinda, a mi hermana Dorcas, por confiar en mí y sobre todo por su apoyo incondicional en todo momento.

Mi agradecimiento también a todos los profesores de la Universidad de Piura que a través de sus enseñanzas contribuyeron a mi formación como futuro docente. Y de una manera muy especial agradecer a la Dra. María del Carmen Barreto directora de la presente investigación, quien me ha proporcionado conocimientos y las herramientas en el área de didáctica de las ciencias. Agradecer también al Dr. Iñigo Rodríguez por compartir experiencias y recomendaciones para elaborar la presente investigación, sobre todo por animarnos a investigar sobre la MRPI.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) por cooperar en lograr un sueño que es tener una carrera profesional.

A los futuros docentes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura que participaron en la investigación, a los cuales agradezco y les deseo éxitos en su vida profesional.

Agradecer también a Mirla, Amabela y Andrés, por su apoyo, recomendaciones, su disponibilidad y sobre todo su buen humor durante el proceso de elaboración de la presente investigación.

A Moisés Vela por su valiosa amistad y grandes consejos. Finalmente, a mis compañeros y grandes amigos que conocí en la universidad, con quienes compartí muchos aprendizajes, desvelos, bromas y tristezas.



## Resumen

La presente tesis tiene como objetivo determinar la influencia de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) aplicada al tema de circuitos eléctricos y el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros docentes que cursan la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura. La investigación se enmarca dentro del paradigma interpretativo con una metodología mixta y se caracteriza por ser un estudio de caso. Por ello, se ha diseñado una situación problemática abierta y contextualizada la misma que los futuros docentes han resuelto usando la MRPI. Las soluciones, presentadas mediante informes y videos, se analizan teniendo en cuenta las fases de la MRPI con las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y luego se establece el nivel de logro de la competencia usando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Se concluye que los futuros docentes demuestran un desarrollo significativo en las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos cuando usan la MRPI en la solución de la situación problemática abierta.





## Tabla de Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo 1: Planteamiento de la investigación .....</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Caracterización del problema .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 Formulación del problema.....</b>	<b>24</b>
1.2.1 Problema general.....	24
1.2.2 Problemas específicos.....	24
<b>1.3 Objetivos de investigación.....</b>	<b>24</b>
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
<b>1.4 Justificación de la investigación .....</b>	<b>25</b>
<b>1.5 Antecedentes de estudio.....</b>	<b>26</b>
1.5.1 Antecedentes internacionales .....	26
1.5.1.1 Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) .....	27
1.5.1.1.1 Aplicación de la MRPI en problemas de energía .....	27
1.5.1.1.2 Aplicación de la MRPI en Química .....	27
1.5.1.1.3 La aplicación de la MRPI en problemas abiertos de Ecología.....	27
1.5.1.1.4 La aplicación de la MRPI en la formación docente .....	28
1.5.1.1.5 Actividades de indagación sobre circuitos eléctricos .....	29
1.5.1.1.6 Instrumentos para evaluar actividades de indagación .....	30
1.5.2 Antecedentes nacionales .....	31
<b>Capítulo 2: Marco teórico de la investigación .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 La enseñanza de las ciencias en el contexto actual .....</b>	<b>33</b>
2.1.1 Concepciones de indagación en la enseñanza de las ciencias .....	35
2.1.2 La indagación en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú .....	36
2.1.3 Importancia de la indagación en la Enseñanza de las Ciencias.....	38
2.1.4 Tipos de indagación y recomendaciones para la enseñanza de las ciencias .....	38
<b>2.2 El uso de problemas en la enseñanza de las ciencias .....</b>	<b>40</b>
2.2.1 ¿Qué es un problema? .....	40
2.2.2 ¿Qué tipos de problemas recomiendan los expertos? .....	41
2.2.3 ¿Qué se entiende por situación problemática? .....	42
2.2.4 Consideraciones para el diseño de situaciones problemáticas .....	44
2.2.5 Beneficios y dificultades en la resolución de las situaciones problemáticas.....	45
<b>2.3 Modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias.....</b>	<b>46</b>
2.3.1 La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).....	47

2.3.1.1 Fases de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación. ....	47
2.3.1.1.1 Análisis cualitativo de las situaciones problemáticas .....	48
2.3.1.1.2 Emisión de hipótesis .....	48
2.3.1.1.3 Diseño de estrategias de resolución.....	48
2.3.1.1.4 Desarrollo y solución del problema .....	49
2.3.1.1.5 Análisis y comunicación de resultados .....	49
2.3.1.2 ¿Cómo trabajar la MRPI en el aula?.....	49
2.3.2 La MRPI y su relación con la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos del Currículo Nacional de Educación Básica Peruano.....	49
<b>2.4 La electricidad.....</b>	<b>52</b>
2.4.1 La carga y la corriente eléctrica.....	52
2.4.2 Materiales que permiten el paso de electricidad.....	54
2.4.3 Circuitos eléctricos.....	54
2.4.3.1 Elementos de un circuito eléctrico.....	55
2.4.3.1.1 Elementos generadores y acumuladores.....	56
2.4.3.1.2 Elementos conductores.....	56
2.4.3.1.3 Elementos de maniobra y control.....	56
2.4.3.1.4 Elementos receptores.....	57
2.4.3.1.5 Elementos de seguridad.....	57
2.4.3.2 Tipos de circuitos eléctricos.....	58
2.4.3.3 Magnitudes.....	60
2.4.3.4 Ley de Ohm.....	60
2.4.3.5 Leyes de Kirchhoff.....	61
2.4.3.6 Dificultades en el aprendizaje de circuitos eléctricos.....	62
<b>Capítulo 3: Metodología de la investigación.....</b>	<b>63</b>
<b>3.1 Paradigma y metodología de investigación.....</b>	<b>63</b>
<b>3.2 Diseño de la investigación.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3 Población y muestra.....</b>	<b>64</b>
<b>3.4 Variables y dimensiones de la investigación.....</b>	<b>65</b>
<b>3.5 Técnicas e Instrumentos.....</b>	<b>66</b>
<b>3.6 Descripción de la Propuesta.....</b>	<b>68</b>
3.6.1 Situación “El misterio en la escalera de Juan”.....	69
3.6.1.1 Solución de la situación problemática.....	69
3.6.1.2 Preguntas para orientar la indagación.....	71
3.6.1.3 Conceptos involucrados en la solución problemática.....	72

<b>Capítulo 4: Resultados de la investigación .....</b>	<b>73</b>
<b>4.1 Análisis de datos .....</b>	<b>73</b>
4.1.1 Resultados de la Fase 1 .....	73
4.1.1.1 Comprensión de la situación problemática .....	73
4.1.1.2 Marco conceptual .....	76
4.1.1.2.1 Conceptos Generales .....	78
4.1.1.2.2 Elementos del circuito eléctrico .....	79
4.1.1.2.3 Tipos de circuitos eléctricos.....	81
4.1.1.2.4 Magnitudes .....	83
4.1.1.2.5 Otros conceptos.....	84
4.1.1.2.6 Conceptos claves en la solución de la situación problemática.....	84
4.1.1.2.7 ¿Qué conceptos son los más mencionados en los informes? .....	86
4.1.2. Resultados de la fase 2.....	86
4.1.3 Resultados de la fase 3.....	87
4.1.3.1 ¿Qué plantearon medir los futuros docentes?.....	88
4.1.3.2 ¿Qué materiales necesitaron en la elaboración de su diseño? .....	88
4.1.3.3 Criterios que tomaron en cuenta los futuros docentes para elegir un software .....	89
4.1.3.4 Recursos usados en la solución de la situación problemática .....	89
4.1.3.5 Posibles soluciones de la situación problemática.....	91
4.1.3.5.1 Diseños que garantizan la solución de la situación problemática .....	91
4.1.3.5.2 Diseños que no garantizan la solución de la situación problemática .....	94
4.1.3.5.3 Futuros docentes que no presentan un diseño .....	95
4.1.4 Resultados de la fase 4.....	95
4.1.4.1 Representación de la situación problemática con los softwares y material real .....	95
4.1.4.2 Ejecución y observaciones de la aplicación del diseño.....	97
4.1.4.2.1 Comprobaciones del diseño experimental con resultados correcto.....	98
4.1.4.2.1.1 Solución correcta con dos conmutadores unipolares .....	98
4.1.4.2.1.2 Solución correcta con dos conmutadores bipolares .....	99
4.1.4.2.2 Comprobaciones del diseño experimental con resultados incorrectos. ....	100
4.1.4.3 Cambio de diseño o estrategia .....	101
4.1.5 Resultados de la fase 5.....	101
4.1.6 Errores en el desarrollo de la situación problemática .....	102
<b>4.2 Discusión de resultados.....</b>	<b>103</b>
4.2.1 Resumen de los resultados de las fases de la MRPI.....	103

4.2.2 Análisis de los resultados de acuerdo con las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos .....	105
<b>Conclusiones .....</b>	<b>109</b>
<b>Limitaciones .....</b>	<b>111</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>113</b>
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>115</b>
<b>Apéndices .....</b>	<b>123</b>
<b>Apéndice 1: Matriz de consistencia .....</b>	<b>124</b>
<b>Apéndice 2: Guía que fue entregada a los estudiantes con la situación problemática.....</b>	<b>126</b>



## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Modelos de Resolución de Problemas .....	46
<b>Tabla 2.</b> Relación de las fases (F) de la MRPI y las capacidades (C) de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos .....	50
<b>Tabla 3.</b> Simbología de los elementos generadores y acumuladores.....	56
<b>Tabla 4.</b> Simbología de los elementos conductores.....	56
<b>Tabla 5.</b> Simbología de los elementos de maniobra y control.....	57
<b>Tabla 6.</b> Simbología de los elementos receptores .....	57
<b>Tabla 7.</b> Simbología de los elementos de seguridad.....	58
<b>Tabla 8.</b> Cantidad de futuros docentes que conforman la muestra codificada según sexo .....	65
<b>Tabla 9.</b> Probables conclusiones que lleguen los futuros docentes .....	71
<b>Tabla 10.</b> Ejemplificaciones de la formulación de preguntas investigables realizadas por los futuros docentes.....	74
<b>Tabla 11.</b> Ejemplificación de la comprensión de la situación con sus propias palabras realizadas por futuros docentes.....	75
<b>Tabla 12.</b> Ejemplificación de la comprensión de la situación problemática mediante preguntas que guían su marco conceptual realizadas por los futuros docentes.....	76
<b>Tabla 13.</b> Elementos de los circuitos eléctricos que mencionan los futuros docentes .....	80
<b>Tabla 14.</b> Ejemplificación del planteamiento de los futuros docentes respecto a lo que van a medir .....	88
<b>Tabla 15.</b> Criterios que establecen los futuros docentes para el uso del software .....	89
<b>Tabla 16.</b> Ejecución y observaciones de la aplicación del diseño (fase 3 y fase 4) .....	97
<b>Tabla 17.</b> Ejemplos sobre los errores al generalizar conmutador .....	102
<b>Tabla 18.</b> Aspectos importantes para el análisis de las fases de la MRPI .....	103
<b>Tabla 19.</b> Relación entre la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y las fases de la MRPI .....	106
<b>Tabla 20.</b> Rúbrica para evaluar el nivel de logro de las capacidades de la competencia .....	106
<b>Tabla 21.</b> Evaluación del nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.....	107
<b>Tabla 22.</b> Nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.....	108



## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Modelo de evaluación de la competencia científica según PISA .....	34
<b>Figura 2.</b> Competencias del área de Ciencia y Tecnología .....	36
<b>Figura 3.</b> Capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.....	37
<b>Figura 4.</b> Clasificación de problemas.....	40
<b>Figura 5.</b> Dominios que se deben considerar en el diseño de situaciones problemáticas .....	44
<b>Figura 6.</b> Fases de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación .....	48
<b>Figura 7.</b> Estructura del átomo.....	52
<b>Figura 8.</b> Desplazamiento de electrones.....	53
<b>Figura 9.</b> Corriente continua .....	53
<b>Figura 10.</b> Corriente alterna .....	54
<b>Figura 11.</b> Circuito eléctrico .....	55
<b>Figura 12.</b> Elementos de un circuito eléctrico.....	55
<b>Figura 13.</b> Esquema de un circuito simple .....	58
<b>Figura 14.</b> Esquema de un circuito en serie .....	58
<b>Figura 15.</b> Esquema de un circuito en paralelo.....	59
<b>Figura 16.</b> Esquema de un circuito mixto.....	59
<b>Figura 17.</b> Primera ley de Kirchhoff.....	61
<b>Figura 18.</b> Segunda ley de Kirchhoff.....	61
<b>Figura 19.</b> Esquema de las tres fases que se seguirán para el desarrollo de la investigación .....	64
<b>Figura 20.</b> Proceso, técnicas e instrumentos de la investigación.....	66
<b>Figura 21.</b> Relación de la capacidad Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y las fases de la MRPI .....	67
<b>Figura 22.</b> Esquema del circuito que se plantea en la situación problemática.....	69
<b>Figura 23.</b> Diseño de la solución de la situación problemática .....	70
<b>Figura 24.</b> Simbología de la solución de la situación problemática .....	71
<b>Figura 25.</b> Categorías de comprensión de la situación problemática que evidencian los futuros docentes.....	73
<b>Figura 26.</b> Categorías de los conceptos que evidencian en sus informes los futuros docentes.....	77
<b>Figura 27.</b> Futuros docentes que mencionan los conceptos generales en su marco conceptual .....	78
<b>Figura 28.</b> Ejemplo de circuito eléctrico realizado por un futuro docente en el software Crocodile Clips .....	79
<b>Figura 29.</b> Cantidad de futuros docentes que describen los elementos de un circuito .....	79

<b>Figura 30.</b> Cantidad de futuros docentes que consideran los tipos de circuitos en su marco conceptual .....	81
<b>Figura 31.</b> Patrón 0 generado por los futuros docentes cuando no mencionan los tipos de circuitos	82
<b>Figura 32.</b> Patrón 1 generado por los futuros docentes cuando mencionan a un tipo de circuito .....	82
<b>Figura 33.</b> Patrón 2 generado por los futuros docentes cuando mencionan dos tipos de circuitos ....	82
<b>Figura 34.</b> Patrón 3 generado por los futuros docentes cuando mencionan tres tipos de circuitos....	83
<b>Figura 35.</b> Patrón 4 generado por los futuros docentes cuando mencionan cuatro tipos de circuitos	83
<b>Figura 36.</b> Número de futuros docentes que consideran las magnitudes eléctricas.....	84
<b>Figura 37.</b> Porcentaje de futuros docentes que mencionan los conceptos claves en la solución de la situación problemática .....	85
<b>Figura 38.</b> Conceptos más mencionados por los futuros docentes en el marco conceptual .....	86
<b>Figura 39.</b> Recursos que usan los futuros docentes en la solución de la situación y en la redacción de los informes. ....	90
<b>Figura 40.</b> Número de futuros docentes que presentan diseños y que no presentan diseños como posible solución a la situación problemática .....	91
<b>Figura 41.</b> Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A01.....	92
<b>Figura 42.</b> Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A09.....	92
<b>Figura 43.</b> Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A10.....	93
<b>Figura 44.</b> Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A17.....	93
<b>Figura 45.</b> Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A02.....	94
<b>Figura 46.</b> Representación de los elementos de un circuito realizada por el futuro docente A15.....	94
<b>Figura 47.</b> Diseño que no garantiza la solución de la situación problemática realizada por el futuro docente A15.....	95
<b>Figura 48.</b> Representación de la situación problemática con el software Crocodile Clips por el futuro docente A03.....	96
<b>Figura 49.</b> Representación de la situación problemática con el software PhET Simulations por el futuro docente A05.....	96
<b>Figura 50.</b> Representación de la situación problemática con material real por el futuro docente A0696	
<b>Figura 51.</b> Representación de la situación problemática con el software DCACLab por el futuro docente A12 .....	97

<b>Figura 52.</b> Demostración del funcionamiento del circuito con los softwares Tinkercad y Crocodile Clips por el futuro docente A01 .....	99
<b>Figura 53.</b> Demostración del circuito usando material real realizado por el futuro docente A06 .....	99
<b>Figura 54.</b> Representación del circuito solución mediante DCACLab por el futuro docente A07 .....	99
<b>Figura 55.</b> Circuito con comprobación incorrecta realizado por el futuro docente A05 .....	100
<b>Figura 56.</b> Circuito con comprobación incorrecta realizado por el futuro docente A15 .....	100
<b>Figura 57.</b> Referencia de un futuro docente al conmutador .....	103
<b>Figura 58.</b> Resumen del análisis de las fases de la MRPI .....	104





## Introducción

Durante los últimos años, en la enseñanza de las ciencias han sobresalido los términos como Alfabetización científica y competencia científica. Paralelamente, estos términos han ido apareciendo en el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) y en la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) en las cuales se ha evidenciado el bajo rendimiento académico de los estudiantes principalmente en las áreas de Ciencia y Tecnología y Matemática. Por otro lado, el Currículo Nacional de Educación Básica establece una enseñanza de ciencias bajo el enfoque de indagación. Frente a estas realidades se plantea llevar a las aulas de clase una metodología denominada Metodología de Resolución de Problemas como investigación (MRPI).

Por ello, se plantea como objetivo principal de la investigación determinar la influencia de la MRPI aplicada al tema de circuitos eléctricos y al desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros docentes que cursan la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura.

Para tal efecto, se diseñó una situación problemática de tipo abierta y contextualizada. La misma que fue aplicada y desarrollada usando la MRPI por 18 estudiantes de la asignatura de Física III y su Didáctica de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura - Semestre 2020 II.

Cabe resaltar que los datos han sido recogidos durante las clases de Física III y su Didáctica. Parte de ellos se han usado en la presente investigación. Por lo tanto, podrían ser utilizados en posteriores investigaciones a realizarse tanto por alumnos egresados o profesores.

La presente investigación se desarrolla en cuatro capítulos:

En el primer capítulo se fundamenta la caracterización del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación de la investigación y los antecedentes debidamente clasificados por el ámbito y la temática de estudio.

El segundo capítulo de la investigación está centrado en el desarrollo del marco teórico en el que se fundamentan los aspectos importantes como: la enseñanza de las ciencias en el ámbito nacional e internacional, el uso de problemas en la enseñanza de las ciencias y sus modelos de problemas. Del mismo modo, se hace algunas recomendaciones para trabajar la MRPI y finalmente se explica aspectos teóricos sobre la electricidad y los circuitos eléctricos.

En el tercer capítulo se explica la metodología que sigue la investigación. Así, se describe el paradigma y la metodología de la investigación, diseño de la investigación, población, la muestra, variables y dimensiones, técnicas e instrumentos. Asimismo, se describe la propuesta que consiste en planteamiento de la situación problemática, preguntas que orientan la indagación y se proporciona una serie de ejemplos de respuestas que podrían proponer los futuros docentes.

En el cuarto capítulo se exponen los resultados mediante tablas e imágenes que ayudan a interpretar la investigación. Se presenta, además, el análisis y la discusión de resultados en función a las variables de estudio.

Finalmente, se muestran las conclusiones, limitaciones y recomendaciones de la investigación con la intención de que puedan contribuir en la formación, actualización docente y especialmente para mejorar la calidad de la educación peruana en el campo de las ciencias.



## Capítulo 1: Planteamiento de la investigación

### 1.1 Caracterización del problema

Durante los últimos años el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha cambiado. Actualmente diversos autores como Cajas (2001), Gallego et al. (2009) y Velásquez (2006) señalan que se debe promover la *alfabetización científica y tecnológica* en la escuela, una de las razones es porque permite “la formación de ciudadanos competentes en las sociedades actuales y futuras, profundamente atravesadas por los avances científicos y tecnológicos” (Furman, 2018, p. 38). De manera que, el estudiante debe desarrollar la denominada “competencia científica”, que en la última década ha adquirido gran importancia en el campo educativo. Un ejemplo claro es el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) que evalúa la competencia científica de los educandos.

De acuerdo con la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016), la competencia científica es “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo” (p. 24). En otras palabras, la alfabetización científica hace referencia a la finalidad de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y la competencia científica a la capacidad o destreza del estudiante para enfrentarse a situaciones de su vida cotidiana utilizando conocimientos científicos. Así pues, la enseñanza de las ciencias exige un docente capacitado para fomentar la adquisición de la competencia científica. En tal sentido, el docente no solo debe centrarse en el aprendizaje conceptual o en la acumulación de conocimientos, sino también motivar y guiar para que el alumno pueda comprender y utilizar lo que conoce para resolver problemas del entorno de manera responsable y crítica.

Para lograr estos objetivos la Unión Europea sugiere la integración de “Inquiry-Based-Science-Education” (IBSE) y “Socio-Scientific-Issues” (SSI) en la educación a fin de promover la investigación e innovación responsable (Informe Rocard, 2007). Cabe mencionar que estos enfoques (IBSE-SSI) se basan en una enseñanza mediante la indagación que promueve el aprendizaje significativo desde la comprensión de situaciones problemáticas, la formulación de proyectos y la indagación guiada inspirada en problemas de connotación social.

El Perú es uno de los países que participa voluntariamente en la prueba PISA, la cual evalúa las competencias (Lectura, Matemática y Ciencia) que desarrollan los estudiantes para desenvolverse en el mundo actual (Ministerio de Educación, 2017). Asimismo, según OCDE (2016) la prueba PISA evalúa tres competencias científicas en el área de las ciencias. Estas son: “explicar fenómenos científicamente; evaluar y diseñar la investigación científica e interpretar datos y pruebas científicas” (p. 24). Lo anterior significa que el estudiante debe comprender y analizar situaciones cotidianas a partir del conocimiento de las ciencias (teoría); de manera que le permita plantear o justificar situaciones con la finalidad de planificar un método lógico y sustentado que lleve a la solución. Asimismo, el alumno debe analizar

datos y emitir conclusiones críticamente. No obstante, el Perú se ubica en los últimos puestos en la evaluación PISA de los últimos años (2009, 2012, 2015 y 2018). Se puede corroborar esta problemática en el informe del MINEDU (2017) en el que se menciona:

Los estudiantes peruanos aún tienen dificultad para poder utilizar conceptos e ideas científicas relacionadas entre sí, provenientes de diversas áreas del conocimiento para brindar hipótesis de procesos científicos nuevos y para hacer predicciones. Tienen dificultad para discriminar información relevante, utilizar conocimiento extraescolar, diferenciar argumentos basados en evidencia científica y evaluar diseños de experimentos complejos. (p. 41)

Es decir, los estudiantes peruanos tienen más dificultad en las competencias de evaluar, planificar la investigación científica, analizar datos y pruebas científicas. Lo anterior significa que no utilizan los conocimientos para comprender, interpretar, evaluar y justificar; además, implica que el estudiante no realiza un razonamiento apropiado a la situación planteada, evidenciando un bajo dominio de los contenidos. Estos dos aspectos no le permiten realizar predicciones sobre las situaciones y plantear un proceso a seguir para la solución de estas. Por estas razones la indagación es mínima y deficiente por lo que no se logra desarrollar la competencia científica.

Por otra parte, el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú pretende desarrollar en los estudiantes la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” (MINEDU, 2016, p. 120). Teniendo como objetivo que el estudiante construya su conocimiento y desarrolle capacidades relacionadas a plantear o analizar situaciones del contexto cotidiano que necesitan ser investigadas y que le permitan formular hipótesis, diseñar actividades o procedimientos que faciliten comprobar su hipótesis, experimentar, registrar sus resultados para emitir conclusiones y finalmente comunicarlas.

Por consiguiente, es necesario formar futuros profesores de ciencias tomando en cuenta las características de la indagación científica para que puedan aplicar sus conocimientos con sus futuros estudiantes. De este modo se podría “implementar la indagación como forma de vivir la ciencia en el aula” (Busquets et al., 2016, p. 131).

En relación al bajo rendimiento de los estudiantes, no solo se demuestra en las evaluaciones PISA en las cuales se evalúan a estudiantes de 15 años que están próximos a egresar de la Educación Básica, sino también se puede observar en la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE) de los años 2016, 2018 y 2019 en los que se evaluaron a estudiantes de 4to y 6to de primaria y 2do de secundaria. El MINEDU (2017), frente a esta problemática del bajo rendimiento, explica dos causas: La primera puede ser que los docentes no realicen actividades de indagación en las aulas y solo sigan un diseño pautado y; la segunda razón podría ser que los contenidos no estén bien explicados en el material curricular.

Con respecto a la primera causa es necesario tener en cuenta la formación docente debido a que se podría considerar inadecuada o que tenga una concepción errada sobre indagación, de modo

que no pueda fomentarla en el aula ocasionando que el estudiante no investigue y diseñe su propio método frente a una situación de origen cotidiano. La segunda causa se refiere al material que se distribuye al colegio como libros donde los temas no están explicados de manera clara y precisa.

Por otra parte, “más del 50 % de los estudiantes creen que el aprendizaje de la ciencia gira en torno a la memorización y el cálculo. Un porcentaje importante de docentes tienen la misma creencia” (MINEDU, 2018, p.22). Es decir, la enseñanza y el aprendizaje para la mayoría de los docentes y alumnos solo se reduce a la “memorización y cálculo” dejando de lado que aprender ciencia consiste en partir de situaciones concretas para construcción del conocimiento con la indagación. Finalmente, otros factores para que no se logre el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes son la desmotivación, desinterés y sobre todo la baja economía de un país debido a que incide en la calidad de vida y acceso a la educación (MINEDU, 2017).

La consecuencia principal en el ámbito de las ciencias es que los estudiantes no logran adquirir la competencia científica (Azmad et al, 2004; MINEDU, 2017). Muestra de ello son los resultados del examen PISA, donde el 58.5 % de estudiantes no alcanza el nivel 1a, 1b y debajo del 1b<sup>1</sup> (MINEDU, 2017). Esto quiere decir que más de la mitad de los estudiantes no utilizan conocimientos básicos para reconocer términos y datos científicos. Del mismo modo, el bajo rendimiento se demuestra en los resultados de los ECE de diferentes años, por ejemplo, en el informe de MINEDU del año 2018 se especifica que: más del 10 % de los estudiantes de 2<sup>do</sup> de secundaria no alcanzan el nivel esperado, más del 40 % tienen aprendizajes muy elementales y menos del 10 % logran el aprendizaje adecuado. Está claro, entonces, que más del 50 % no llega al nivel 5 que sería satisfactorio tal como propone el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú. De acuerdo con ello, se puede concluir que el bajo rendimiento, en las pruebas PISA y ECE, refleja el bajo dominio de la competencia por parte de los estudiantes. En consecuencia, no se logra los desempeños establecidos por el Ministerio de Educación en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú.

En la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura, la Dra. María del Carmen Barreto investiga sobre la enseñanza y aprendizaje con indagación. Por ello, con el fin de contribuir en la mejora de la enseñanza bajo el enfoque de competencias en el área de Ciencia y Tecnología, se ha visto conveniente trabajar con la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación en la formación de futuros docentes de modo que sean transmisores de esta metodología y se trabaje la indagación de manera adecuada en el colegio.

En la presente investigación se diseñará y se aplicará una situación problemática contextualizada a futuros docentes que cursan la especialidad de Matemática y Física matriculados en

---

<sup>1</sup> Los niveles 1a, 1b y debajo del nivel 1b son las categorías más bajas de desempeño de ciencia en PISA.

la asignatura de Física III y su Didáctica de la Facultad de Ciencias de la Educación. Se pretende que conozcan y apliquen la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) en la solución de una situación problemática, posteriormente puedan replicar dicha metodología en sus aulas de clase. De modo que sean transmisores de la metodología y que cambien el enfoque de la enseñanza con proceso pautado a un enfoque que permitirá al estudiante construir su conocimiento, al mismo tiempo, desarrollar la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” (MINEDU, 2016, p. 33) de manera eficiente como se establece en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú. De esta manera, permita mejorar y lograr los desempeños establecidos en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú que conllevan a la adquisición de la competencia científica que establecen los estándares internacionales.

## **1.2 Formulación del problema**

Los problemas que se abordan en la presente investigación son:

### **1.2.1 Problema general**

La pregunta investigable que se responderá en la presente investigación es la siguiente: ¿Cómo incide la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) aplicada en actividades experimentales sobre el tema de circuitos eléctricos en la adquisición de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros profesores de Matemática y Física?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿De qué manera se pueden diseñar situaciones problemáticas relacionadas al tema de circuitos eléctricos para la aplicación de la MRPI?
- ¿Cómo identificar el nivel de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, involucrada en la solución de dichas actividades?
- ¿De qué manera se puede evaluar el nivel de apropiación de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, evidenciada en la solución de las actividades de circuitos eléctricos?

## **1.3 Objetivos de investigación**

Los objetivos que se pretende lograr en la investigación son:

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la MRPI aplicada al tema de circuitos eléctricos y el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, en los futuros docentes que cursan la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura en el semestre 2020-II.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar y aplicar las situaciones problemáticas que serán desarrolladas según el MRPI.
- Evaluar las fases del MRPI evidenciadas por los futuros docentes.
- Identificar las capacidades de competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, involucrados en la solución de dichas actividades.
- Evaluar el nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, usando la rúbrica de (Setiawan y Sugiyanto, 2020, p. 243).
- Evaluar el nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, mediante la rúbrica de (Setiawan y Sugiyanto, 2020, p. 243).

### **1.4 Justificación de la investigación**

Sobre la utilidad de los resultados, con la investigación se quiere determinar la influencia de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI), una metodología para la resolución de actividades experimentales con indagación, que se aplicará en el tema de circuitos eléctricos. De esta manera, determinar el nivel de apropiación de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos. Por ello, la línea de investigación es enseñanza-aprendizaje en el campo de formación del profesorado debido a que la investigación tendrá como muestra a futuros docentes que se están formando en la especialidad de Matemática y Física de la Facultad de Ciencias de la Educación. Asimismo, se pretende saber cómo los futuros docentes adquieren esta nueva metodología con la finalidad de que posteriormente sea usada en las aulas de clase.

Es necesario conocer de modo general la MRPI para desarrollar la competencia científica en los estudiantes mediante la metodología de resolución de problemas. Al respecto, Martínez-Aznar y Bárcena (2013b) explican que: “La MRPI es una metodología de tipo indagativo (Inquiry-Based-Science-Education)” (p. 2149). Cabe señalar que, sobre la aplicación del IBSE en el aula, Rosa y Martínez-Aznar (2019) afirman que aún es escasa la utilización de la MRPI entre el profesorado. Por ello, la presente investigación es importante porque se aplicará con futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física, donde estos podrán adquirir la metodología, desarrollar la competencia científica y aplicar la metodología en un futuro con sus estudiantes.

La MRPI ayuda a formar futuros docentes de ciencias bajo el enfoque de indagación. De esta manera, permite vivenciar a los futuros docentes la experiencia de indagación durante su formación inicial y a su vez promueve la función que debe tener el docente de ciencias que es “crear las posibilidades para que el alumno produzca y construya el conocimiento, que sienta el placer y la

satisfacción de haberlos descubierto y lograr que el estudiante busque conocimientos a partir de situaciones de su entorno” (Arteaga et al., 2016, p. 169).

La presente investigación proporcionará indicios de las fortalezas y deficiencias en la adquisición de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, a través de las situaciones problemáticas abiertas y contextualizadas usando la MRPI. En otras palabras, la investigación permitirá comprobar en el contexto peruano si los futuros docentes se apropian de la MRPI y esta permite el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimiento, de esta manera también corroborar lo que afirman las investigadoras Rosa y Martínez-Aznar (2017) sobre la MRPI que “es beneficioso para la construcción del conocimiento y el desarrollo de la competencia científica” (p. 1407).

Según Martínez-Aznar y Varela (2009) la MRPI es una alternativa metodológica para la formación inicial de maestros que permite una mejora en los procedimientos incluidos sobre la metodología y sobre los contenidos científicos relativos a los que se aplica. Por ello, con la presente investigación se pretende comprobar si la MRPI influye en el logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, a través de situaciones problemáticas en el tema de circuitos eléctricos. Además, se pretende responder con el uso de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación a las recomendaciones realizadas por Arteaga et al. (2016) quienes manifiestan que la enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio deriva del paradigma aprendizaje por investigación.

Sobre la MRPI Rosa y Martínez-Aznar (2017, 2019) señalan que favorece el desarrollo de la competencia científica y que la metodología tradicional centrada en el aprendizaje de conceptos parece que no logra promover un desarrollo similar de la competencia científica. Por lo tanto, si se quiere lograr desarrollar la competencia científica, cambiando el enfoque tradicional, se debe aplicar con los futuros docentes la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación en una situación problemática abierta y contextualizada. Esto les permitirá adquirir la MRPI y les servirá como estrategia para trabajar con sus futuros estudiantes y se logrará mejorar la habilidad de indagación.

## **1.5 Antecedentes de estudio**

En la revisión de bibliografía relacionada con la presente investigación se encuentran muchas investigaciones que involucran a la MRPI, indagación y circuitos eléctricos. La mayor parte de estas son de carácter internacional.

### **1.5.1 Antecedentes internacionales**

Como antecedentes internacionales se encuentran muchas investigaciones en referencia a la MRPI aplicada en distintas áreas relacionadas a las ciencias, instrumentos de evaluación de trabajos indagativos.

**1.5.1.1 Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).** Inicialmente el Dr. Daniel Gil Pérez desarrolló la MRPI en la Universidad de Valencia y actualmente se viene investigando principalmente por la Dra. Mercedes Martínez Aznar y su equipo en la Universidad Complutense de Madrid. Como antecedentes internacionales de la presente investigación se han categorizado de acuerdo con el tema de aplicación de la metodología:

**1.5.1.1.1 Aplicación de la MRPI en problemas de energía.** Martínez-Aznar y Varela (2009) realizaron una investigación denominada “La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros”. Este estudio tuvo como objetivo verificar si la utilización de la MRPI permitiría a los futuros docentes mejorar el aprendizaje en los procesos científicos involucrados, para lograrlo se elaboró una unidad denominada “La energía, una realidad que nos envuelve” y se trabajaron con situaciones problemáticas. La metodología que es investigación-acción, el docente cumple la función de profesor/investigador. Su muestra estuvo formada por 35 estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. Las conclusiones a las que llegaron fueron que los maestros de formación inicial mejoraron en la utilización en los procedimientos de la MRPI y transfirieron la metodología a los problemas que se abordaron en la investigación.

La importancia de la investigación desarrollada se debe a que ha sido aplicada con docentes en formación de la Universidad Complutense de Madrid y se asemeja a la investigación que se pretende desarrollar aplicando la MRPI en futuros docentes que estudian en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura.

**1.5.1.1.2 Aplicación de la MRPI en Química.** Pavón-Martínez y Martínez-Aznar (2014) realizaron un estudio denominado “La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): Una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación”. En este caso, el objetivo fue valorar si la MRPI es adecuada para el desarrollo de la competencia científica, para ello se diseñó una unidad didáctica titulada “Cambios físicos y cambios químicos”. Esta investigación es descriptiva y cualitativa. La muestra estaba conformada por once alumnos con necesidades especiales de cuarto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del colegio Lourdes de Madrid. Se concluyó que los estudiantes de diversificación con el uso de la MRPI han logrado mejorar en los diferentes aspectos de las dimensiones de la competencia científica, especialmente en aspectos como la planificación y experimentación, así como la actitud favorable frente al uso de la metodología.

La investigación se relaciona con el presente trabajo en cuanto es necesario la inclusión de grupos diversos; además, las situaciones problemáticas planteadas en el estudio se tomarán en cuenta para la elaboración de nuevas situaciones problemáticas para que sean desarrolladas con la MRPI.

**1.5.1.1.3 La aplicación de la MRPI en problemas abiertos de Ecología.** Rosa y Martínez-Aznar (2019) realizaron una investigación sobre la “Resolución de problemas abiertos en ecología para la

ESO". Para ello, se elaboró situaciones problemáticas en una unidad denominada "Materia y energía en los ecosistemas". Sus objetivos fueron interpretar y valorar el nivel de cada una de las dimensiones de la competencia científica cuando se resuelven situaciones problemáticas con el uso de la MRPI e identificar los aprendizajes que se lograron en relación con las dimensiones de la competencia científica. La muestra fueron estudiantes de Ciencias de la Naturaleza del Instituto de Educación Secundaria Gabriel García Márquez de Madrid, para ello se formó dos grupos: un grupo experimental (GEXP) que lo conformaron 28 estudiantes y otro de control (GCON) conformado por 58 estudiantes. En esta investigación se utilizó el paradigma investigación-acción siguiendo un diseño cuasiexperimental con técnicas de análisis cuantitativas y cualitativas. Llegan a la conclusión que la MRPI con la que trabaja el grupo experimental brinda resultados favorables en el desarrollo de las dimensiones de la competencia científica más completa que los alumnos del grupo de control que han aprendido de manera tradicional.

La investigación que se describe anteriormente adquiere mucha importancia por ser reciente en la aplicación de la MRPI, debido que se logra con el grupo experimental un buen nivel en todas las dimensiones de la competencia científica. Otra de las razones, es porque se trabaja con situaciones problemáticas abiertas, esto es muy importante en la investigación porque se pretende diseñar una situación problemática de manera que sirve a modo de ejemplos.

**1.5.1.1.4 La aplicación de la MRPI en la formación docente.** Martínez-Aznar et al. (2017) realizaron una investigación titulada "La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de Física y Química". Tenía como objetivos: Realizar una propuesta de carácter constructivista e innovador y elaborar unidades didácticas que se basan en la resolución de problemas, con la finalidad de favorecer la construcción del conocimiento didáctico de los temas abordados. En esta investigación los futuros docentes diseñan unidades didácticas en el marco de los cursos de Didáctica de la Física y Didáctica de la Química, como no tienen experiencia diseñando se brinda orientaciones necesarias mediante sesiones de clase y unidades didácticas (UDs-ejemplo) para que los futuros docentes puedan diseñarlas. Los investigadores concluyen que los futuros docentes tienen limitaciones para la promoción y desarrollo del conocimiento didáctico del contenido (CDC) para los temas tratados. Además, reconocen que la guía de los mentores influye positivamente en la adquisición de estrategias metodológicas para el diseño de sesiones de clase y unidades didácticas.

Es de importancia para la presente investigación pues se trabaja con futuros docentes en el diseño de unidades y situaciones problemáticas tomando como ejemplo una unidad sobre el aprendizaje de circuitos y considerando la MRPI como parte de la elaboración de guías. Por otra parte, es necesario considerar que permite conocer sobre los problemas que tienen los futuros docentes al momento de diseñar unidades.

Rodríguez-Arteche (2018) realizó su tesis doctoral denominada “Propuesta formativa de Didáctica de la Química. Las actividades indagativas para la Educación Secundaria como problema profesional”. La investigación tuvo como finalidad la construcción de conocimiento didáctico con la participación de futuros docentes en la resolución de problemas abiertos con la MRPI. Además, identificar el efecto de la propuesta para las asignaturas de didácticas específicas y el desarrollo de la competencia científica y el aprendizaje de la MRPI resolviendo problemas abiertos. Tiene como objetivos comprobar la eficacia de la propuesta formativa, caracterizar la visión final del diseño de unidades de aprendizaje, analizar el nivel de competencia de los estudiantes de educación en la resolución de problemas, identificar la visión asumida sobre el MRPI y ejemplificar la transferencia de la MRPI a la Educación Secundaria durante las prácticas docentes. Tiene una muestra de 52 estudiantes de la especialidad de Física y Química del Máster en Formación del profesorado de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) que son parte del curso Didáctica de la Química y Didáctica de la Física. Los instrumentos utilizados son cuestionarios, informes, entrevistas semiestructuradas y cuestionarios. La investigación es de tipo investigación social y cuantitativa-cualitativa. Concluye que la propuesta formativa favorece en que los futuros docentes evolucionen hacia modelos constructivistas. La MRPI favorece en el desarrollo de la competencia científica, y finalmente que la reflexión propicia el desarrollo de habilidades científicas.

La importancia se debe a que se comprueba la eficacia de la MRPI, se propone situaciones problemáticas abiertas que son analizadas por docentes con la MRPI y sobre todo con la finalidad de que sean transmisores a la educación secundaria. Además, existe una reflexión vinculada a las ventajas y debilidades de la indagación con la MRPI.

**1.5.1.1.5 Actividades de indagación sobre circuitos eléctricos.** Sobre actividades indagativas de circuitos eléctricos se describen algunos antecedentes:

Pro y Rodríguez (2010) realizaron una investigación denominada “Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria”. Tuvo como objetivo el diseño y puesta en práctica de una unidad didáctica sobre circuitos eléctricos en la educación primaria. Se realizó un pretest y luego de la aplicación de la propuesta un posttest, se tenía una muestra de 26 alumnos del 5to “B” del colegio público de la Carolina (Jaén)-España. Se utilizó en la recogida de datos la observación, el diario del profesor (incidencias, cuestionamientos apreciaciones). Concluyeron que las actividades fueron motivadoras y adecuadas, y existe un progreso positivo en las variables estudiadas, es favorable en el logro de la competencia científica.

Dicha investigación es importante debido a que se estudió las dificultades en la enseñanza de los circuitos eléctricos. Además, se diseñó una unidad referente a circuitos eléctricos, que puede guiar o servir de inspiración en la propuesta de la situación problemática.

Becerra (2014) realizó una investigación denominada “Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos” En la que se diseñó y ejecutó 5 sesiones, además, se usó el software “Circuit Marker 2000” bajo el enfoque Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). La investigación tuvo como objetivos generar confianza, aproximar el manejo y la comprensión de conceptos básicos, identificar, construir y organizar diagramas esquemáticos de circuitos eléctricos. La muestra estuvo conformada por estudiantes del colegio Universidad Cooperativa de Colombia. Las conclusiones a las que llegó el autor son: El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) favorece en el proceso activo y continuo de conocimiento, las situaciones problemáticas permitieron una buena comprensión de los conceptos de circuitos eléctricos y que el uso de software permitió disminuir la desmotivación en el aula y generar más confianza en los estudiantes.

La investigación en mención es de mucha importancia debido a que se trabaja con situaciones problemáticas de circuitos eléctricos que podrían servir para diseñar las situaciones problemáticas abiertas y contextualizadas de la presente investigación. Por otro lado, se trabajó con entornos virtuales y se logró un impacto positivo en los estudiantes.

**1.5.1.1.6 Instrumentos para evaluar actividades de indagación.** Otro aspecto importante a revisar es la evaluación de las actividades experimentales con indagación, a continuación, se dedicarán algunas líneas para revisar y analizar instrumentos que permitan la evaluación de la resolución de la situación problemática:

Ferrés-Gurt et al. (2015) realizaron una investigación denominada “Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades”. Esta investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Barcelona. Tenía como objetivos diseñar instrumentos de evaluación de los trabajos de indagación para identificar las dificultades, finalmente identificar el nivel de competencia de indagación. La investigación se realizó con 23 estudiantes del 2<sup>do</sup> de bachillerato. En esta investigación el investigador propuso una nueva rúbrica (New Practical Test Assessment Inventory-NPTAI) en base al diseño de Tamir, Mussiconovist y Friedler (1982) cuya propuesta fue el Practical Test Assessment Inventory (PTAI). El NPTAI es una rúbrica que sirve para valorar las habilidades específicas que se ponen en juego cuando se siguen las fases de una indagación experimental: “Identificación de problemas investigables, formulación de hipótesis, identificación de variables, planificación de la investigación, recogida y procesamiento de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones” (Ferrés-Gurt et al, 2015, p. 27). Además, los autores citados en su investigación plantean que partiendo de la aplicación de la rúbrica NPTAI en los informes de los alumnos, a partir de dichos resultados se puede determinar el nivel de competencia de indagación de los mismos y para ello diseñaron un nuevo instrumento denominado Niveles de Competencia Indagadora (NCI) que posibilita determinar niveles de competencia de indagación. Por ejemplo, para

un valor de NPTAI entre 14 y 16 se determina un nivel de competencia que denominan Indagador (Ferrés-Gurt et al, 2015, p. 29).

Las conclusiones a las que llegaron es que la nueva rúbrica (New Practical Test Assessment Inventory-NPTAI) permite una evaluación confiable y pauta y podría ser útil en la evaluación de estos trabajos por parte de los profesores, puede usarse como instrumento de evaluación formativa, porque permite identificar las dificultades y avances en el proceso de indagación.

La investigación descrita aporta a la presente investigación en tanto que es posible diseñar una rúbrica similar a la NPTAI para evaluar si la MRPI incide en el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.

Por otra parte, Setiawan y Sugiyanto (2020) realizaron una investigación denominada "Science process skills analysis of science teacher on professional teacher program in Indonesia". Esta investigación se realizó en un programa de estudios de educación científica de la FMIPA Universitas Negeri Malang en Malang Indonesia y miden las habilidades del proceso científico (Science Process Skills SP) de los profesores de ciencias. La muestra estuvo conformada por 120 profesores de ciencias de varias regiones tales como Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi y Papua. Los autores utilizaron un método de investigación descriptivo con un enfoque cualitativo. El procedimiento de investigación consistió en entrevistas, aplicación de hojas de trabajo y cuestionarios. Se mide la observación, proponer hipótesis, planificar un experimento, usar herramientas, interpretar, aplicar el concepto y comunicar. Concluyen que las habilidades de interpretación y comunicación son deficientes y las causas son la poca experiencia docente y la formación científica.

La relevancia de este antecedente con la presente investigación es que utilizan criterios para evaluar el proceso científico, los mismos que se podría usar para medir las fases de la MRPI.

### **1.5.2 Antecedentes nacionales**

En el contexto de la presente investigación, la revisión de la literatura publicada hasta la fecha reporta que existen muchos estudios que se realizaron relacionadas con la indagación. Sin embargo, existen pocos estudios en donde se usa la MRPI, a continuación, se describe estos antecedentes:

Curiñaupa y Reymundo (2014) en su tesis denominada "Aprendizaje por descubrimiento y habilidades investigativas en estudiantes del tercer grado de secundaria de Huancayo" de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Se plantearon como objetivo general determinar el efecto que tiene el aprendizaje por descubrimiento en el desarrollo de habilidades investigativas de los estudiantes del tercer grado de secundaria de la I.E. "La victoria" El Tambo. Para lograr este objetivo propusieron un instrumento de evaluación de las habilidades investigativas. Para evaluar las mismas, diseñaron guías de laboratorio, las cuales fueron aplicadas a los alumnos y posteriormente analizadas con el instrumento propuesto. Su muestra estuvo conformada por 2 grupos a los mismos que fueron evaluados con un pretest y postest para determinar el efecto que tiene en el aprendizaje. La conclusión

a la que llegaron es que las estrategias del aprendizaje por descubrimiento son eficaces para desarrollar las habilidades investigativas.

El antecedente descrito es importante para la investigación que se pretende desarrollar debido a que se trabaja con el aprendizaje por descubrimiento y la MRPI es una metodología que se basa en el aprendizaje por descubrimiento, además en esta investigación se propone guías y un instrumento de evaluación para evaluarlas.

Yaranga (2015) en su tesis denominada "Procesos de indagación científica que generan los docentes del área de Ciencia Tecnología y Ambiente de la I.E. 7059-Ugel 01-Lima". Tuvo como objetivo describir los procesos de indagación científica generados por los profesores en el proceso de enseñanza y aprendizaje del área de Ciencia Tecnología y Ambiente (CTA). Se caracteriza por ser una investigación tipo cualitativa. La muestra estaba conformada por 5 docentes del área de CTA. La conclusión a la que se llega es que hay docentes que tienen una enseñanza tradicional y que promueven de manera errónea la indagación. Es decir, existe deficiencia al plantear hipótesis, generar y registrar datos, mostrando incoherencias en la teoría y práctica docente.

La importancia que tiene el antecedente se debe a que se investiga usando la indagación en aula siguiendo pautas para evaluar la indagación científica similares a la MRPI. Además, sirve para tener en cuenta la enseñanza de las ciencias en el contexto peruano.

Rodríguez-Arteche et al. (2021) realizaron la investigación denominada "Análisis de competencias indagativas de futuros profesores de secundaria en el problema ¿Qué pelota bota más?" Su muestra estuvo conformada por 15 futuros docentes de Física, se estudia la competencia científica asociada a la planificación de la investigación. Los objetivos fueron dos: el primero, describir y establecer categorías en la reformulación del problema, emitir hipótesis e identificar y controlar variables; el segundo, analizar los cambios realizados en el transcurso de la propuesta. Para dicho fin se analizaron tres aspectos importantes: análisis de contenido, niveles de logro y test de Wilcoxon.

Los resultados que obtienen son un nivel de logro entre el 27 % y 53 % en capacidades de emisión de hipótesis e identificación y control de variables, de esta manera se concluye que existe necesidad de trabajar con actividades de indagación en la formación de futuros docentes.

Esta investigación es relevante en la presente investigación debido a que se trabaja con la MRPI en el contexto peruano y se evalúa la competencia científica.

## Capítulo 2: Marco teórico de la investigación

En este capítulo se aborda la teoría que sustenta a la presente investigación en 4 subtemas. Primero, se aborda la enseñanza de las ciencias en el contexto actual en el ámbito internacional y nacional; como segundo punto sobre el uso de los problemas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; tercero se abordará los modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias; finalmente, la electricidad, circuitos eléctricos y las implicancias en la enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos.

### 2.1 La enseñanza de las ciencias en el contexto actual

Durante las últimas décadas en la enseñanza de las ciencias diversos autores como la Asociación Americana Para el Avance de la Ciencia (AAAS, 1989), Cajas (2001), Gallego et al. (2009), OCDE (2016) refieren a la “Alfabetización Científica”, “Alfabetización Científica y Tecnológica” y “Competencia Científica” como objetivos para formar al ciudadano del siglo XXI. Ante ello, surgen algunas preguntas relacionadas sobre el significado de los términos mencionados y si estos son contrapuestos o no.

Primero, la “alfabetización científica” es un término que surgió a partir de la interacción del hombre con la ciencia y fue ampliándose con el tiempo. Actualmente se habla de “alfabetización científica, tecnológica y cultural” (Gallego et al., 2009). En un inicio, se propuso la alfabetización científica para lograr la interacción entre sociedad, ciencia, tecnología y generar discusión de diseños tecnológicos, así como sus riesgos naturales y sociales (AAAS, 1989). Basándose en lo anterior, Cajas (2001) define la alfabetización científica y tecnológica en el campo educativo como: “Conocimiento tecnológico útil para que los estudiantes y futuros ciudadanos comprendan y transformen la realidad que les rodea” (p. 243). Sobre la alfabetización científica, tecnológica y cultural Gallego et al. (2009) mencionan:

Se piensa la alfabetización científica, tecnológica y cultural, como una formación de los ciudadanos acorde con en el mundo que viven hoy en día y que les tocará vivir, afectado por los productos de las investigaciones científico-tecnológicas... Se requiere que todos hagamos una revisión de nuestras convicciones acerca de la historia de la construcción del conocimiento científico y de sus estrechas relaciones con el conocimiento tecnológico, sobre todo en la perspectiva del actual problema del calentamiento global y del inminente agotamiento de los recursos naturales. (p. 90)

Es decir, Gallego et al. (2009) hacen énfasis en la perspectiva humanitaria para ser responsables con el cambio climático y los problemas que conlleva el avance tecnológico para solucionarlos.

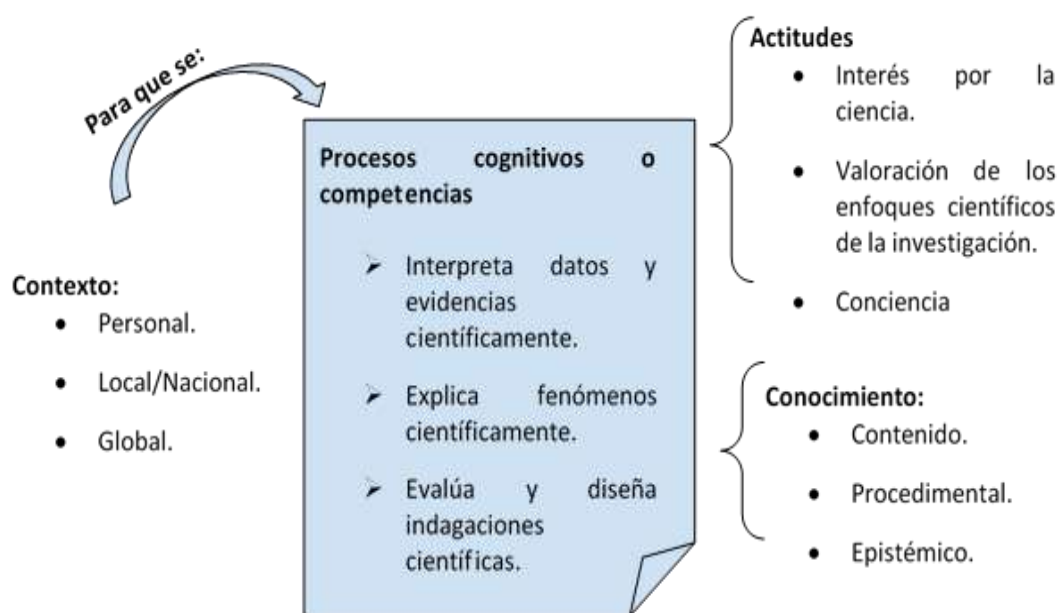
Segundo, la OCDE (2016) define a la competencia científica como “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo”

(p. 24). Es decir, un estudiante competente científicamente puede brindar argumentos en discusiones sobre ciencia y tecnología con un carácter reflexivo. De hecho, la competencia científica es lo que se cuantifica en la evaluación de estudiantes, por ejemplo, en la prueba PISA.

Según OCDE (2016) el modelo de la evaluación que se utiliza en la prueba PISA es:

**Figura 1**

*Modelo de evaluación de la competencia científica según PISA*



*Nota:* Adaptado de OCDE (2016, p. 24).

Tomando como punto de partida que “la alfabetización científica es el constructo central del programa PISA en ciencias” (Romero-Ariza, 2017, p. 287) y que en el programa PISA se evalúa la competencia científica, se puede deducir que los términos “alfabetización científica y competencia científica” no son opuestos. Adicionalmente, la competencia científica es el medio para lograr la alfabetización científica (Rodríguez-Arteche, 2018).

Frente a ello, surge la interrogante: ¿Cómo desarrollar en los estudiantes la competencia científica? Diversos autores como los que se mencionan a continuación, resaltan que la indagación es eficiente para desarrollar la competencia científica:

- Ferrés-Gurt et al. (2015) afirman que: “la capacidad de indagación corresponde a la dimensión metodológica de la competencia científica” (p. 23). Es decir, la indagación es propicia para desarrollar la competencia científica.
- OCDE (2016) y MINEDU (2017) resaltan la enseñanza basada en indagación debido a que favorece en la formación científica.
- Rodríguez-Arteche (2018) afirma que: “La indagación se considera como el conjunto de capacidades y la comprensión sobre las características de la actividad científica necesarios para

favorecer la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACyT) de los estudiantes” (p. 51). En otras palabras, la indagación es clave para el desarrollo de la Alfabetización Científica y Tecnológica, de manera que es medio para la formación del ciudadano crítico y reflexivo.

- Arteaga et al. (2016) recomiendan que se deben plantear situaciones problemáticas abiertas, donde la función docente sea de guía, y la del alumno de ejercitar los procesos lógicos y del pensamiento.

Por ello, para alfabetizar científicamente es necesario un proceso de enseñanza bajo el enfoque de indagación, además plantear sesiones encauzadas al diseño de situaciones problemáticas abiertas.

### **2.1.1 Concepciones de indagación en la enseñanza de las ciencias.**

La indagación nace con Dewey en 1910, pero recién en los años 1996 con la publicación del National Research Council (NRC) adquiere más importancia en el ámbito educativo. Sin embargo, no es sencillo dar una definición debido a que hay diferentes enfoques e interpretaciones (Barrow, 2006; Romero-Ariza, 2017). Por ello, en las siguientes líneas se revisan definiciones de algunos autores con la finalidad de tomar un enfoque:

- El Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1996) sobre la indagación afirma que:  
Es una actividad multifacética que involucra hacer observaciones, hacer preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para saber qué es lo que ya se sabe, planear investigaciones, revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental, utilizar herramientas para reunir, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados. La indagación requiere la identificación de suposiciones, el empleo del razonamiento crítico y lógico y la consideración de explicaciones alternativas. (p. 23)
- Linn et al. (2004) definen la indagación como:  
El proceso intencional de diagnóstico de problemas, la crítica de los experimentos y distinción de alternativas, la planificación de las investigaciones, la investigación de conjeturas, búsqueda de información, la construcción de modelos, el debate con los compañeros y la formación de argumentos coherentes. (p. 4)
- Según el Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación Peruana (FONDEP, 2013)  
Es un proceso metodológico que, llevado al aula, permite a los niños centrarse en un tema específico y plantear preguntas a partir de las cuales inicia el recorrido hacia la búsqueda de información, recogiendo datos de diferentes fuentes, socializando y analizando la información, hasta obtener las conclusiones. (p. 16)

En la presente investigación se toma las definiciones del FONDEP (2019) y el NRC (1996). Dichas definiciones se consideran debido a que se complementan. Ambas definiciones se centran en el

aprendizaje que se promueve desde el mismo estudiante, al mismo tiempo, será quien emita sus conclusiones y conjeturas mediante una serie de pasos.

### **2.1.2 La indagación en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú.**

El Perú contexto de la presente investigación, el Ministerio de Educación (MINEDU) a través del Currículo Nacional de Educación Básica establece los lineamientos de la Educación Básica Regular (EBR). En el área de Ciencia y Tecnología MINEDU (2016) establece 3 competencias como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**

*Competencias del área de Ciencia y Tecnología*

Competencia 20	• Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.
Competencia 21	• Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre seres vivos; materia y energía; biodiversidad, tierra y universo.
Competencia 22	• Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno.

*Nota:* Adaptado de MINEDU (2016, p. 33).

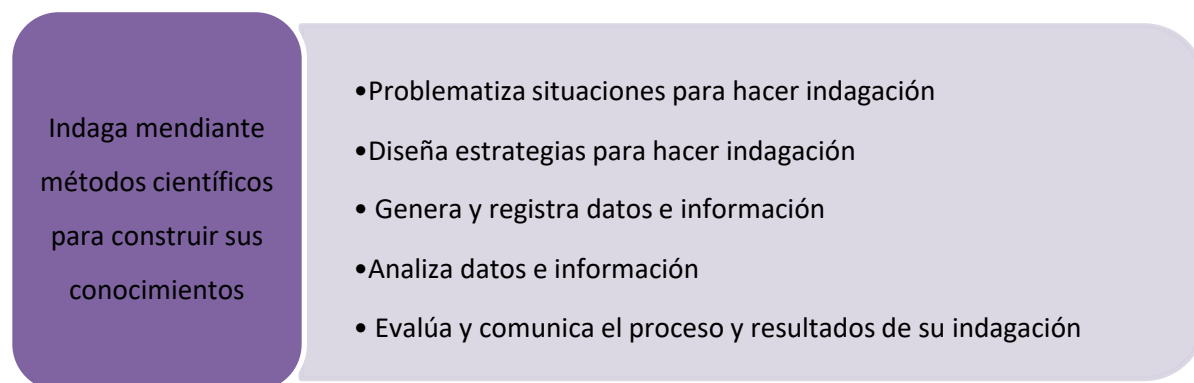
La competencia que se constituirá el foco de la presente investigación es “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”. Esta competencia según MINEDU (2016, p. 123) implica:

- Indagar a partir de preguntas sobre una situación.
- Formular una o más hipótesis basándose en conocimientos y observaciones.
- Elaborar el plan de indagaciones.
- Realizar mediciones y comparaciones (fase experimental).
- Analizar tendencias y relaciones en los datos.
- Interpretar los datos con principios científicos.
- Formular conclusiones.
- Evaluar la fiabilidad de los métodos y las interpretaciones.
- Argumentar sus conclusiones basado en sus resultados y conocimiento científico.
- A partir de sus resultados formular nuevos cuestionamientos y evaluar el grado de satisfacción que da la respuesta a la pregunta de indagación.

Como se puede evidenciar, el proceso de indagación es un proceso complejo que demanda una reflexión, con el fin de verificar y comprender limitaciones que se tiene en el proceso (MINEDU, 2018). Asimismo, cada competencia tiene capacidades (que son establecidas por el MINEDU (2016) en el currículo nacional; las capacidades de la competencia en mención se muestran en la Figura 3).

### Figura 3

*Capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos*



*Nota:* Adaptado de MINEDU (2016, p. 120).

Como se evidencia en la Figura 3, la combinación de capacidades mediante el ejercicio de la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos” permite que el estudiante realice diversos procesos de indagación (capacidades). Por ello, el MINEDU (2016, 2018) explica y recomienda:

- **Problematiza situaciones para hacer indagación:** Plantea preguntas sobre hechos. Es evidente que en un principio el estudiante no podrá plantear situaciones o preguntas investigables, en estos casos el docente debe plantear la situación. Luego, el estudiante analiza la situación, plantea hipótesis y las variables que intervienen.
- **Diseña estrategias para hacer indagación:** Significa proponer actividades, seleccionar materiales e información y establecer reglas de seguridad con el fin de comprobar o refutar las hipótesis. Para guiar el diseño de estrategias, podemos realizar las siguientes preguntas: ¿Qué nos pide la situación problemática? ¿Qué necesitamos? ¿Qué crees que pasará?
- **Genera y registra datos o información:** Involucra llevar a la acción lo que se plantea. Además, obtener, organizar y registrar datos fiables en función con tablas y gráficos, utilizando instrumentos y diversas técnicas.
- **Analiza datos e información:** Interpretar los datos que se obtiene de la indagación, compararlos con las hipótesis e información relacionada al problema para elaborar conclusiones. Para orientar la interpretación, podrían plantearse algunas preguntas como: ¿De qué depende la distancia recorrida? ¿Qué nos dicen los resultados? ¿En qué se diferencia el peso de la masa?

- Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación: En esta capacidad el estudiante identifica reflexiona sobre su proceso de indagación, puede realizar recomendaciones para investigaciones posteriores, así como plantearse nuevas interrogantes a investigar. Finalmente, da a conocer sus conclusiones.

Por todo lo mencionado, el Currículo Nacional Peruano no es ajeno a la problemática, porque resalta que los procesos de indagación permiten al estudiante ser consciente de los errores en su indagación y pueda repetir el proceso, permitiendo un mejor avance en su aprendizaje.

### **2.1.3 Importancia de la indagación en la Enseñanza de las Ciencias**

El papel importante de la indagación en el estudiante se debe a que favorece en la adquisición de la alfabetización científica (Arteaga et al., 2016; OCDE, 2016; MINEDU, 2017 y Rodríguez-Arteche, 2018). Además, favorece el aprendizaje y la comprensión profunda de los fenómenos naturales (FONDEP, 2013). Con respecto al docente, permite que reflexione sobre su práctica pedagógica, permitiendo la mejora constante (Yaranga, 2015).

Sobre los resultados de la indagación en la enseñanza de las ciencias, Camacho et al. (2008) señalan que esta permite:

- Una respuesta positiva por parte de los alumnos.
- Interacción entre docente y alumno, fomenta el aprendizaje activo. El rol docente es orientar el proceso de indagación en los estudiantes (MINEDU, 2018).
- Genera construcción y cambios conceptuales y argumentativos.
- Genera una actitud crítica y reflexiva en el docente y estudiante (FONDEP, 2013).
- Supera el dogma que científico es solo aquel que sabe cuantificar, permitiendo acercarse más a la investigación científica.

La importancia y el impacto que tiene la indagación en los estudiantes cuando se utiliza en la enseñanza de las ciencias es mucha, pues fomenta una cultura de investigación en el estudiante, logrando mucha más solidez en sus conceptos al ser utilizados y favorece en el logro de la alfabetización científica.

### **2.1.4 Tipos de indagación y recomendaciones para la enseñanza de las ciencias**

El Informe Rocard (2007) recomienda una enseñanza bajo el enfoque de indagación Inquiry-Based-Science-Education (IBSE) o Inquiry-Based-Learning (IBL) como medio para lograr la alfabetización científica. Bajo este enfoque, Prince y Felder (2006) clasifican la indagación en función al tipo de actividades. Por otra parte, Martin-Hansen (2002) presenta otra clasificación relacionada al grado de apertura de la situación que se presenta.

Prince y Felder (2006, 2007) clasifican la indagación o inducción según el tipo de actividades en: discovery teaching, inquiry guided teaching or guided inquiry, problem based teaching, project based learning, case based teaching, and just in time teaching.

- **Enseñanza por descubrimiento (discovery teaching).** Se caracteriza porque el docente proporciona al estudiante una situación retadora y este debe responder con lo mínimo que proporcione el docente.
- **Enseñanza basada en problemas (problem based teaching).** Este tipo de aprendizaje se realiza cuando se presenta al estudiante un problema abierto, contextualizado y bien estructurado. Los estudiantes desarrollan soluciones y el docente guía el proceso.
- **Enseñanza basada en indagación guiada (inquiry guided teaching).** Esta enseñanza consiste en que el docente presenta un reto al estudiante, guía el proceso y le brinda pautas necesarias.
- **Enseñanza basada en proyectos (project-based teaching).** Comienza en un reto dirigido hacia el estudiante, su resolución conlleva a un producto, dispositivo o simulación.
- **Enseñanza basada en el estudio de casos (case based teaching).** Es la enseñanza basada en situaciones que requiere la resolución a través de la formulación de estrategias. Este tipo de actividades se utilizan especialmente en derecho y ciencias de la gestión empresarial.
- **Just in time teaching.** Se basa en la utilización de páginas web y sala de juegos para aprender. Este tipo de actividad se puede realizar al inicio de una clase para minimizar el plagio y fomentar la preparación continua.

Por otra parte, Martin-Hansen (2002) explica 4 tipos de indagación según el grado de apertura:

- **Indagación abierta.** El docente brinda la situación solo en caso de que el estudiante no cuente con la experiencia suficiente para plantearla, de tal manera que el estudiante plantea la pregunta que va a investigar respecto a la situación, diseña el proceso de investigación y la ejecuta. El profesor guía el proceso de indagación que lleva al logro de la meta.
- **Indagación guiada.** El docente formula la pregunta de investigación, brinda los materiales para que los estudiantes puedan seleccionar lo que van a usar. En algunas ocasiones el docente guía mediante preguntas.
- **Indagación acoplada.** Es la combinación entre la indagación abierta y la guiada. La función del docente es presentar la pregunta investigable y la del estudiante es resolverla.
- **Indagación estructurada.** El docente plantea la pregunta a investigar y facilita el procedimiento ya que solo deben seguir indicaciones. Es limitado para el alumno porque no puede realizar muchos procesos científicos.

Autores como Alfieri et al. (2011) y MINEDU (2018) recomiendan trabajar en el contexto escolar con la indagación abierta mediante el planteo de situaciones abiertas, ya que estas situaciones tienen muchas formas de resolverlas.

## 2.2 El uso de problemas en la enseñanza de las ciencias

En la enseñanza de las ciencias se usa mucho los problemas. Por ello, en las siguientes líneas se aborda aspectos importantes sobre lo que se entiende por problema y situaciones problemáticas, los tipos de problemas, recomendaciones de los expertos para diseñar una situación problemática y finalmente los beneficios y dificultades al desarrollar situaciones problemáticas.

### 2.2.1 ¿Qué es un problema?

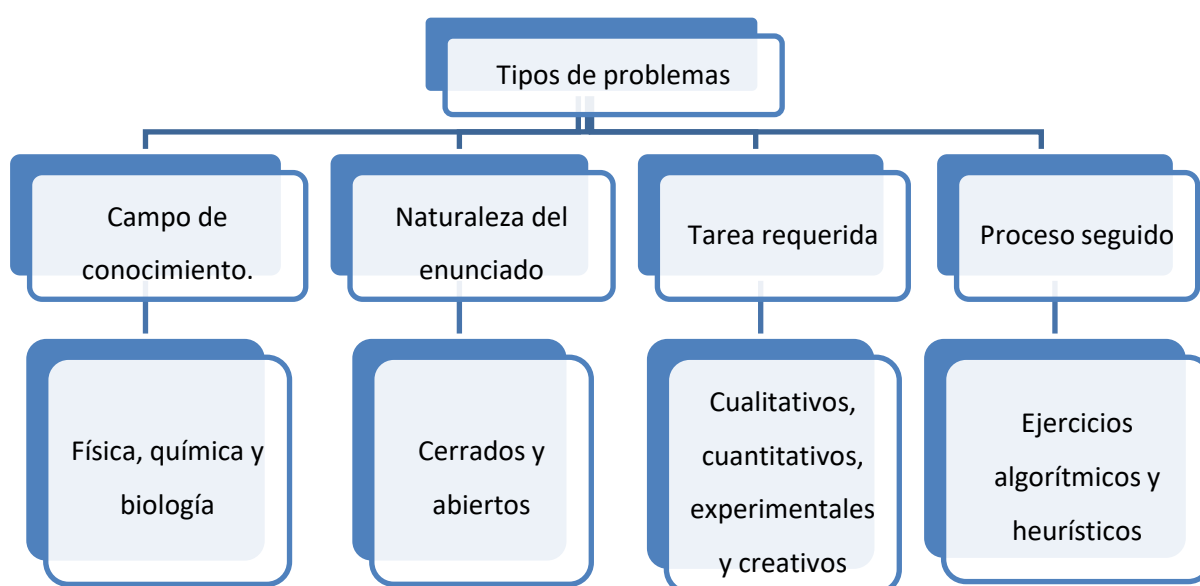
El MINEDU (2018), contexto peruano de la presente investigación, recomienda a los docentes de ciencias plantear situaciones problemáticas que permitan al estudiante resolver conflictos de su entorno. Sin embargo, es necesario saber qué es un problema científico y cuáles son los tipos de problemas que existen.

Para responder a la primera pregunta, Perales (1998) define un problema como: “una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” (p. 120). Es decir, para Perales un problema produce impulso, motivación a solucionarlo como un reto, en el aula de clase es importante que la solución del problema debe importar al estudiante de lo contrario no tendrá este efecto. En palabras de Varela (1994) un problema es “una tarea que, de entrada, no tiene solución evidente, y como consecuencia exige investigación” (p. 18). La autora, hace mucha referencia al rigor y el protagonismo principal que tiene el estudiante al buscar la solución del problema.

Sobre los tipos de problemas, Perales (1998) clasifica en 4 tipos: campo de conocimiento, solución o naturaleza del enunciado, tarea requerida y procedimiento seguido (Ver Figura 4).

**Figura 4**

*Clasificación de problemas*



*Nota:* Adaptado de Perales (1993, pp. 119-143).

En la Figura 4, se muestran los tipos de problemas de los cuales los más conocidos son los de tipo por su naturaleza del enunciado y que se clasifican en cerrados y abiertos, los cuales se abordan en las siguientes líneas.

Sobre los problemas cerrados, López (1989, como se citó en Perales, 1993) los define como: “aquellas tareas que contienen toda la información precisa y son resolubles mediante el empleo de un cierto algoritmo por parte del solucionador” (p. 171). En otras palabras, “el estudiante tiene poca participación, sus intervenciones en general, tienen la intención de ver si las expresiones que están utilizando son las correctas o si la secuencia que están siguiendo lo acerca a la solución deseada” (Natali et al., 2012, p. 589).

Por otra parte, sobre los problemas abiertos, López (1989, como se citó en Perales, 1993) sostiene “la existencia de una o varias etapas en su resolución que deben ser aportadas por el solucionador mediante una acción de pensamiento productivo” (p. 171). Asimismo, Natali et al. (2012) afirman que utilizar problemas abiertos permite cambiar una clase tradicional (expositiva, teoría, ejercicios) a una más participativa y colaborativa, porque no tienen que buscar un resultado conociendo el camino que deben seguir, sino construir diseños de investigación para resolver una situación con elementos desconocidos.

Un ejemplo de una situación problemática cerrada es el siguiente: “Sobre un móvil de 5.000 kg, que se desplaza con una velocidad de 20 m/s, actúa una fuerza de frenado de 10.000 N. ¿Qué velocidad llevará a los 75 m de donde comenzó a frenar?” (Gil et al., 1988, p. 136). Considerando la situación planteada, los mismos autores lo reformulan y lo convierten en una *situación más abierta*: “Un automovilista comienza a frenar al ver la luz amarilla, ¿Qué velocidad llevará el automóvil al llegar al semáforo?” (Gil et al., 1988, p. 136).

Teniendo en cuenta lo señalado en líneas anteriores, un problema cerrado implica que el estudiante realice un análisis de datos y lo solucione de manera algorítmica o teórica, en caso no logre solucionarlo el docente procede a desarrollar el problema. Mientras que un problema abierto requiere de un proceso de razonamiento y análisis mucho más amplio que involucra identificar el problema, plantear predicciones, plantear un diseño experimental, análisis de datos, reflexión de posibles errores, elaboración de conclusiones, donde el estudiante construye sus conocimientos mediante procesos científicos.

### **2.2.2 ¿Qué tipos de problemas recomiendan los expertos?**

La enseñanza de las ciencias bajo el enfoque de resolución problemas tiene muchos beneficios tal como se evidencia en los resultados de diversos autores, entre ellos Ferrés-Gurt (2017), Gil et al. (1988), Gil y Valdés (1996), Perales (1993) y Polanco (2011). La recomendación es llevar al salón de clase situaciones problemáticas abiertas contextualizadas bajo el enfoque de indagación, debido a que permite desarrollar la competencia científica en los estudiantes.

Del mismo modo, el Ministerio de Educación a través del Currículo Nacional establece las competencias que se deben desarrollar con los estudiantes de la Educación Básica. En el área de Ciencia y Tecnología son tres competencias y una de ellas es la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” (MINEDU, 2016, p. 120). Esta competencia tiene capacidades que son “problematiza situaciones para hacer indagación” (MINEDU, 2016, p. 120) que implica que el estudiante interprete situaciones problemáticas y luego plantee preguntas investigables. Sobre el tipo de situaciones problemáticas que se deben interpretar los estudiantes, el MINEDU (2018) recomienda “plantear los problemas como situaciones abiertas” (p. 81) ya que la solución no está prescrita y se puede resolver de muchas formas. Además, recomienda plantear preguntas investigables de tipo abierto, productivo y contextualizado si el docente quiere realizar preguntas para que el estudiante indague (MINEDU, 2018).

### **2.2.3 ¿Qué se entiende por situación problemática?**

Aunque el modelo de resolución de situaciones problemáticas se aplique a otras áreas, por ejemplo, en las Matemáticas (Rodríguez y Pineda, 2009), diversos autores reconocen su relevancia en campo de la enseñanza de las ciencias (Gerace y Dufrense, 2002; Vásquez et al., 2004; Carmona, 2006 y Seferian, 2010). Además, se resalta la importancia de trabajar con situaciones problemáticas en clases de Física, por ejemplo, Leonard et al., (2002) señalan que las situaciones problemáticas fomentan que los alumnos investiguen, potenciando la comprensión de los problemas ya que deben utilizar diversas herramientas de análisis. García-Carmona (2006) comenta que “Un modo de fomentar la utilidad didáctica de la resolución de problemas en Física, consiste en analizar y resolver situaciones problemáticas, presentadas a modo de enigmas científicos” (p. 496), valorando la importancia de uso en la enseñanza de la Física. De otra parte, Vásquez et al., (2004) señalan en su investigación la importancia de trabajar con situaciones problemáticas y su relación con los contenidos: “Esto se debe en parte a que los contenidos adquieren gran significación al poder utilizarlos en la resolución de situaciones problemáticas concretas y en un contexto real” (p. 82).

En las siguientes líneas, se hará un análisis de lo que implica enseñar ciencias aplicando situaciones problemáticas. Antes de revisar puntos de vista de diferentes autores, es necesario aclarar que la enseñanza de las ciencias no es una transmisión de información, fórmulas y leyes que implican que el estudiante memorice sin vincular ni aplicar a su entorno (MINEDU, 2018). Frente a ello, surge la pregunta ¿En qué consiste el nuevo modelo o enfoque para enseñar ciencias?

Diversos investigadores hacen referencia a un modelo basado en *problemas, situaciones problemas, preguntas científicas investigables y situaciones problemáticas* como medios eficaces para enseñar ciencias. A continuación, se describe en qué consisten estos modelos de enseñanza:

- Becerra et al. (2004) proponen una enseñanza mediante la resolución de “problemas” con la finalidad de “desarrollar la enseñanza y el aprendizaje en un contexto problematizado, donde

existan sistemática y reiteradamente oportunidades de poner en práctica las formas de pensamiento y acción de la actividad científica” (p. 277). En otras palabras, que el proceso de resolución no solo sea una consulta de información o realizar simples cálculos, sino que también sea involucrarse, investigar, indagar, comprobar y emitir conclusiones.

- Polanco (2011) utiliza la expresión **“situaciones problemas”** para referirse a episodios de contextos, sociales, económicos... de carácter cotidiano, que se utilizan para presentar un problema, su resolución implica razonamiento mediante un método científico. Es decir, de las situaciones problemas se abstrae el problema, ya que las situaciones problemas tienen carácter contextual que permite un aprendizaje más significativo; además, permite construir conocimientos más aplicables al entorno y no solo es de resolución algorítmica.
- Ferrés-Gurt (2017) sugiere una enseñanza con **“Preguntas científicas investigables”** y explica: Cuando se habla de una pregunta investigable se hace referencia a la relación entre diferentes factores o fenómenos que puede ser investigada, que se puede responder recogiendo datos y analizándolos. En la indagación científica debe tratarse de una pregunta científica investigable, es decir, de una pregunta que implique conceptos de las ciencias. (p. 411)

El autor se refiere a “pregunta científica investigable” cuando todas aquellas preguntas o fenómenos que en su solución involucren conceptos de ciencia. Es decir, el autor resalta esta frase para referirse en específico a una pregunta exclusivamente que se responderá mediante conocimiento científico a través de la indagación.

- García-Carmona (2006) menciona que se debe enseñar ciencias con el uso de **“situaciones problemáticas”**. Sobre las situaciones problemáticas el mismo investigador menciona que: “se trata de plantear cuestiones o problemas en los que se introducen, de forma intencionada, algunos errores o incongruencias de planteamiento, desarrollo o interpretación de resultados, con el fin de que sean detectados” (García-Carmona, 2006, p. 497). En otras palabras, el estudiante construye sus conocimientos mediante la investigación y haciendo uso del razonamiento.

A partir de las consideraciones realizadas por los diversos autores señalados en las líneas anteriores se concluye que los mismos relacionan los términos: problemas, situaciones problemas, preguntas científicas investigables y situaciones problemáticas porque son procesos de investigación donde el estudiante es autor de su propio aprendizaje. El planteamiento que se hacen de las situaciones problemáticas es tal que su solución no sea algorítmica, sino algo significativo y vivencial

En la presente investigación se usará el término situación problemática para hacer referencia a aquellas situaciones que pueden tener varias soluciones, que involucren un diseño experimental para

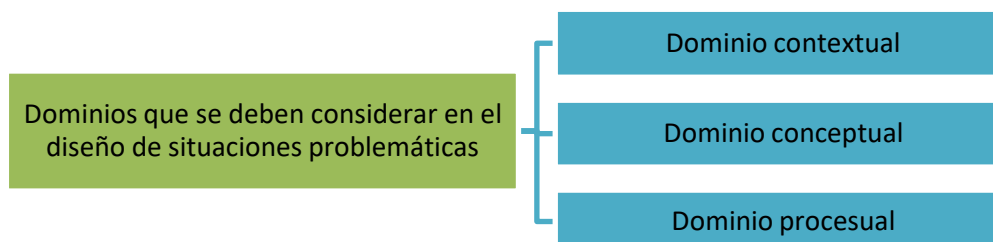
resolverlas. Además, es necesario resaltar que de una situación problemática se puede generar diferentes preguntas investigables.

#### 2.2.4 Consideraciones para el diseño de situaciones problemáticas

Para desarrollar situaciones problemáticas en el aula Martínez-Aznar (1990) menciona que se debe considerar tres dominios (Ver Figura 5).

**Figura 5**

*Dominios que se deben considerar en el diseño de situaciones problemáticas*



*Nota:* Adaptado de Martínez-Aznar (1990).

En la Figura 5, se muestra que en el diseño de situaciones problemáticas se deben considerar tres dominios que son: Dominio contextual, dominio conceptual y dominio procesual; de los cuales se explica en los siguientes párrafos.

- *Dominio Contextual.* Se debe involucrar el medio educativo, la familiarización del estudiante con el tema, el lenguaje a utilizar, el carácter tecnológico propio del área, organización de los alumnos y base teórica y práctica del problema.
- *Dominio Conceptual.* Se debe considerar si el problema ayuda a desarrollar conocimientos en el alumno y por el alumno. Además, el tipo de conocimiento que se involucra en su desarrollo (leyes, teorías...), su carácter (práctico, teórico, experimental) y el tipo de diseño (cualitativo y cuantitativo).
- *Dominio Procesual.* Se considera el proceso de acompañamiento al alumno y que se puede plasmar en una guía, como la observación, la formulación de hipótesis, control de variables, uso de técnicas de recopilación de datos.

Entre las recomendaciones que realiza Perales (1998) para diseñar situaciones problemáticas es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Combinar los problemas cuantitativos (ejercicios) con los problemas abiertos (carácter creativo con interpretación científica).
- Brindar al estudiante un lenguaje claro y comprensible de acuerdo con el nivel que se encuentra.
- Los problemas deben relacionarse a fenómenos cotidianos.

Por otra parte, para el diseño de situaciones problemáticas el MINEDU (2018) recomienda:

- Situaciones significativas para que capte el interés de los estudiantes y puedan resolverlas.

- Claridad de lo que se quiere preguntar.
- El uso de preguntas múltiples (qué, cómo y por qué) que permitan enfocar y dirigir mejor el problema e investigación.
- Utilizar el lenguaje cotidiano del estudiante.

Mediante las situaciones problemáticas se desea generar interés en el estudiante, de modo que pueda asociar y vincular lo teórico con lo cotidiano (Perales, 1998). Por ello, para lograr los objetivos que se desea en el aula, la situación problemática tiene que ser creativa y contextualizada, además el docente debe fomentar un buen clima de aula (García-Carmona, 2006 y Polanco, 2011).

### **2.2.5 Beneficios y dificultades en la resolución de las situaciones problemáticas**

Trabajar con situaciones problemáticas en las sesiones de ciencia es muy beneficioso, pero a la vez se presentan dificultades tanto para el estudiante como para el docente.

Sobre los beneficios, Perales (1998) menciona que las situaciones problemáticas permiten:

- Adquirir habilidades y conocimientos de distinto nivel cognitivo.
- Detectar las ideas previas, errores de los alumnos y orientarles a lograr aprendizajes.
- Motiva a desarrollar buena actitud hacia la ciencia y actividades científicas. Es decir, se debe realizar situaciones problemáticas creativas, de manera que motive al estudiante, como resultado se obtendrá que el estudiante sea empático por la ciencia y observe la realidad desde perspectivas científicas.
- Relacionar el conocimiento científico y cotidiano (teoría con lo que le rodea), capacitando al alumno para resolver situaciones del entorno.

Sobre las dificultades en la resolución de situaciones problemáticas, Martínez-Aznar (1990) menciona:

- ✓ La actividad puede ser aburrida para los estudiantes cuando se presenta algo que desconocen y necesitan razonar sobre ello.
- ✓ La *inadecuación de la actividad*. Es decir, el profesor debe proporcionar guías, para que el estudiante pueda lograr la adquisición de conocimientos, habilidades. La manera de lograr la adecuación es reflexionando sobre la experiencia que tienen los estudiantes para evitar que solo un grupo pueda desarrollarlo.
- ✓ El estudiante elige lo más sencillo, limitando su aprendizaje
- ✓ El tiempo es un factor que debe prever el docente al iniciar con la planificación y al ejecutar su sesión de aprendizaje. Es evidente que el diseño, planificación y la resolución de esta involucra un mayor tiempo por parte del alumno.

### 2.3 Modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias

La educación del siglo XXI exige una enseñanza de las ciencias bajo el enfoque de indagación (Informe Rocard, 2007). En el ámbito peruano el Currículo Nacional no es ajeno a esta recomendación. Sin embargo, existen muchos tipos de enseñanzas bajo el enfoque de indagación como: Basado en proyectos, resolución de problemas, guiada, descubrimiento, estudio de casos, just in time (Prince y Felder, 2006, 2007). Frente a ello, surge la pregunta ¿Qué tipo de enseñanza por indagación es más conveniente llevar al aula de clase?

Diversos investigadores de la enseñanza de las ciencias recomiendan el uso de problemas en el aula de clase. En el ámbito peruano, el MINEDU (2018) recomienda “la resolución de problemas” (p. 81) como estrategia para la enseñanza de las ciencias. Es decir, según la clasificación de Prince y Felder (2006, 2007) es Enseñanza Basada en Problemas (EBP) o Problem Based Teaching (PBT), también se puede hablar de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o Problem Based Learning (PBL).

El origen de la Enseñanza y Aprendizaje Basado en Problemas se remonta a los años 1960 y 1970 en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá), desde ese entonces es aplicada e investigada en diferentes universidades y colegios (Morales y Landa, 2004). Según Varela (1994) existen dos grupos de modelos de resolución de problemas o de Enseñanza y Aprendizaje Basado en Problemas. El primer grupo son los modelos de resolución de problemas algorítmicos o ejercicio de enunciado numérico y el segundo los modelos de resolución con metodología investigativa como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Modelos de Resolución de Problemas*

<b>Modelos de resolución de problemas algorítmicos o ejercicio numérico.</b>	<b>Modelos de resolución de problemas con metodología investigativa.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo de resolución de George Pólya.</li> <li>• PAM (Programa de Acciones y Métodos).</li> <li>• Los Mapas Direccionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APU (Assessment of Performance Unit).</li> <li>• Modelo Propy (Enseñanza de una metodología de resolución de problemas de física).</li> <li>• Metodología de resolución de problemas como una investigación (MRPI).</li> </ul>

*Nota:* Adaptado de Varela (1994, pp. 84-90).

En la presente investigación se adopta la Metodología de Resolución de Problemas por Investigación (MRPI) que se basa en la resolución de situaciones problemáticas abiertas (Gil y Martínez-Torregrosa, 1983). Asimismo, se sigue las recomendaciones del MINEDU (2015) para el desarrollo del

área de Ciencia y Tecnología de una enseñanza bajo el enfoque “aprendizaje basado en problemas” y el “aprendizaje por investigación” (pp. 66-67).

### **2.3.1 La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI)**

La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) fue propuesta por Gil y Martínez-Torregrosa en 1983 en la Universidad de Valencia. Actualmente la MRPI es investigada principalmente por la Dra. María Mercedes Martínez Aznar y su equipo en la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Esta metodología ha sido aplicada en diferentes ámbitos: En la formación inicial del profesorado (Martínez-Aznar y Varela, 2009; Martínez-Aznar et al., 2017); en secundaria, en las áreas de Biología (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013a), Física (Martínez-Aznar y Varela, 1996), Química (Martínez-Aznar y Ovejero, 1997; Martínez y Bárcena, 2013b), Ecología (Rosa y Martínez-Aznar, 2019); educación primaria (Martínez-Aznar, 2009) y en programas de diversificación (Pavón Martínez y Martínez-Aznar, 2014). Los cuales evidencian resultados satisfactorios del estudiante frente a esta metodología, demostrando que la MRPI facilita el logro de la alfabetización científica.

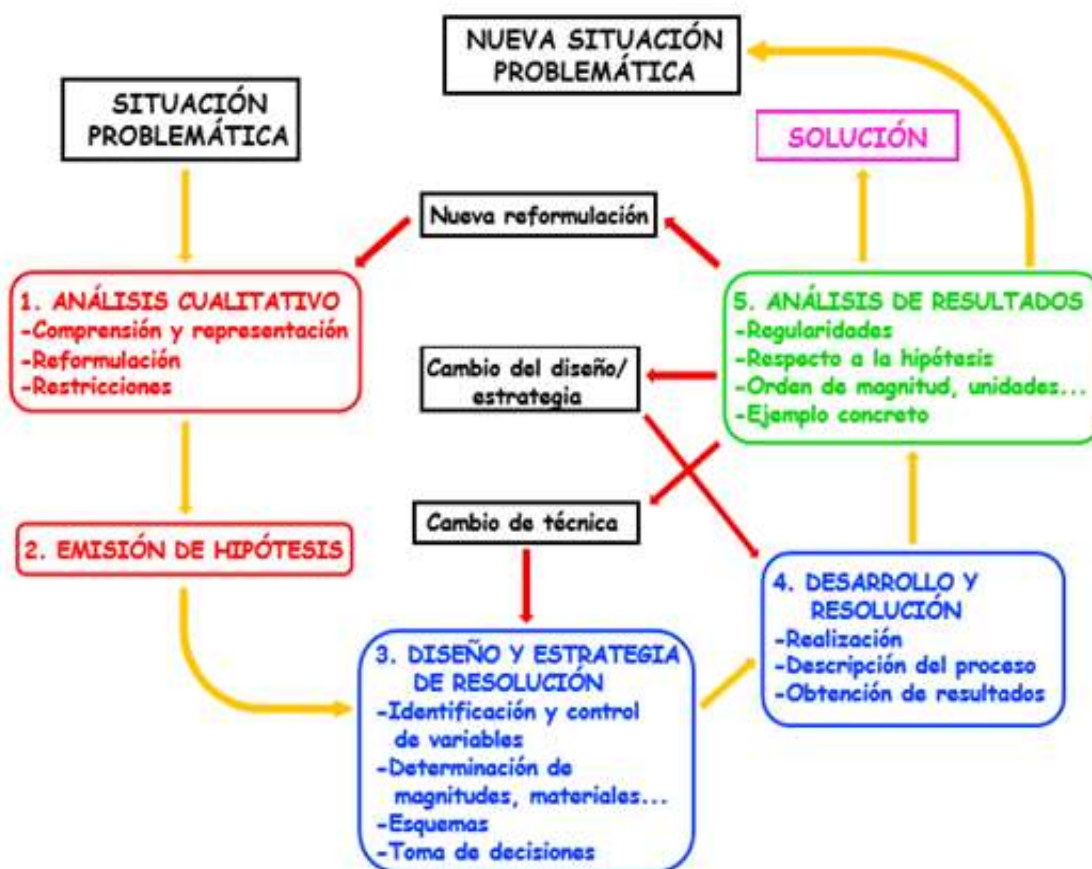
La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación pertenece al enfoque Inquiry Based Science Education (IBSE) y según la clasificación de Prince y Felder (2006, 2007) se sustenta en la enseñanza-aprendizaje basado en problemas (*Problem based learning PBL o PBT*). Cabe recalcar que el enfoque IBSE cuenta con la recomendación del Informe Rocard (2007) y el aprendizaje basado en la resolución de problemas es una recomendación para el desarrollo del área de Ciencia y Tecnología propuesta por el Ministerio de educación del Perú MINEDU (2015, 2018).

La MRPI en las palabras de Rodríguez-Arteche et al. (2016) “es un heurístico con 5 fases diseñado para resolver problemas verdaderos, de “lápiz y papel” y “experimentales”, con enunciados abiertos (sin datos y con soluciones variadas) y siguiendo la metáfora del investigador novel en los equipos de investigación” (p. 331). En otras palabras, esta metodología se utiliza en el desarrollo de situaciones problemáticas abiertas que no tienen una sola manera de resolverlo.

**2.3.1.1 Fases de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación.** La MRPI tiene fases que forman un proceso cíclico como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Fases de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación



Nota: Tomado de Martínez-Aznar y Bárcena (2013a, p. 21).

A continuación, una breve descripción de las fases tomando como referencia lo propuesto inicialmente por los autores Gil y Martínez-Torregrosa (1983):

**2.3.1.1.1 Análisis cualitativo de las situaciones problemáticas.** Según Bárcena (2015) “esta fase implica una activación de los conocimientos que posee el alumno, además de suponer un esfuerzo por seleccionar aquellos que sean adecuados para la situación concreta planteada” (p. 43). Asimismo, Martínez-Aznar y Varela (2009) y Rodríguez-Arteche (2018) hacen referencia a reformular el problema por parte del alumno según su interés, el docente debe emitir restricciones para el desarrollo del problema.

**2.3.1.1.2 Emisión de hipótesis.** Los estudiantes reflexionan sobre el problema y su magnitud, la hipótesis determina el proceso de resolución del problema (Martínez-Aznar y Varela, 2009). En otras palabras, los estudiantes comienzan a discutir de lo que podría pasar, formulan conjeturas que terminan en la emisión de una hipótesis

**2.3.1.1.3 Diseño de estrategias de resolución.** Los estudiantes proponen construcciones tentativas, procesos para comprobar sus hipótesis, se puede representar mediante gráficos. Además,

especifica los materiales a usar, define magnitudes, variables dependientes, independientes y de control. Ponen en juego sus conocimientos, creatividad para la solución del problema.

**2.3.1.1.4 Desarrollo y solución del problema.** En esta etapa se lleva a cabo la experimentación de lo que se ha planificado, de este modo se impide el azar. Es imprescindible una planificación a detalle y recopilar los datos de manera ordenada para una mejor precisión y análisis.

**2.3.1.1.5 Análisis y comunicación de resultados.** Es el contraste de la hipótesis con el resultado que permite una justificación de lo teórico y práctico. En esta fase el estudiante reflexiona sobre los posibles errores, debilidades del diseño, esto permite retomar la investigación o formular nuevas preguntas a investigar. Finalmente, comunicar los resultados y conclusiones.

Cabe señalar que la MRPI cumple un proceso cíclico y flexible. En palabras de Rosa y Martínez-Aznar (2019), “Las etapas de la MRPI no se deben entender como un conjunto de fases consecutivas e inflexibles sino, más bien, como una secuencia orientadora del desarrollo de los procesos y con la posibilidad continua de replantearlas y revisarlas” (p. 26). Es decir, las fases de la MRPI constituyen un proceso que permite al estudiante reflexionar sobre su proceso de indagación y realizar correcciones de su proceso.

**2.3.1.2 ¿Cómo trabajar la MRPI en el aula?** Es necesario responder la pregunta ¿cómo trabajar la MRPI en el aula y lograr la efectividad de la misma en el desarrollo de la competencia científica? Frente a ello, Martínez-Aznar (2009) recomienda cinco puntos importantes:

Primero, el aula debe permitir el trabajo en grupos y facilitar la interacción de estos. Segundo, los materiales de laboratorio, recursos bibliográficos deben ir más allá de ser utilizados para resolver la situación problemática abierta. Sin embargo, un problema común en las instituciones es la falta de laboratorios. Por ello, se debe crear cajas de materiales caseros que facilite el transporte. Tercero, el docente no debe transmitir conocimiento, debe guiar el proceso de indagación del estudiante solo cuando crea conveniente. Cuarto, el docente debe anticiparse a las posibles respuestas de los estudiantes y elaborar sus instrumentos de evaluación. Asimismo, el trabajo colegiado entre docentes permite intercambiar ideas y tener una mejor organización en la planificación y ejecución de la sesión. Por último, el docente debe procurar que el estudiante tome sus decisiones.

### **2.3.2 La MRPI y su relación con la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos del Currículo Nacional de Educación Básica Peruano**

En las siguientes líneas se plantea la relación de las fases (F) de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) y las capacidades (C) de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, basado en los autores Rosa y Martínez-Aznar (2019) y MINEDU (2016).

Tabla 2

*Relación de las fases (F) de la MRPI y las capacidades (C) de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos*

<b>La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).</b>	<b>Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.</b>
<p><b>Análisis cualitativo (F1):</b> Comprensión de la situación y revisión del marco conceptual, reformulación, restricciones.</p> <p><b>Emisión de hipótesis (F2):</b> Analizan los factores que influyen en la situación. Al no tener datos permite pensar explicaciones y orientar su investigación.</p>	<p><b>Problematiza situaciones (C1):</b> Plantear preguntas sobre hechos y fenómenos naturales, interpretar situaciones y formula su hipótesis.</p>
<p><b>Diseño de estrategia de resolución (F3):</b> Identificación y control de variables, determinación de magnitudes, materiales, esquemas, toma de decisiones.</p>	<p><b>Diseña estrategias para hacer indagación (C2):</b> Proponer actividades que permitan construir un procedimiento, seleccionar materiales, instrumentos e información.</p>
<p><b>Desarrollo y resolución (F4):</b> Realización, descripción del proceso, obtención de resultados y reformulación o cambio en el diseño.</p>	<p><b>Genera y registra datos e información (C3):</b> Obtener, organizar y registrar datos fiables en función de las variables, utilizando instrumentos y diversas técnicas que permitan comprobar o refutar las hipótesis.</p>
<p><b>Análisis de resultados (F5):</b> Verificar si la solución es correcta y “extraer conclusiones y argumentar y comunicar dichas conclusiones”</p>	<p><b>Analiza datos e información (C4):</b> Interpretar los datos obtenidos en la indagación, contrastarlos con las hipótesis e información relacionada al problema para elaborar conclusiones que comprueban o refutan las hipótesis</p> <p><b>Evalúa y comunica el proceso y los resultados de su indagación (C5):</b> Identificar y dar a conocer las dificultades técnicas y los conocimientos logrados para cuestionar el grado de satisfacción que la respuesta da a la pregunta de indagación.</p>

*Nota:* Basado en Rosa y Martínez-Aznar (2019, p. 26-27) y MINEDU (2016, p. 120).

En la Tabla 2, se muestran las fases de la MRPI y las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos. Para relacionar mejor es necesario que con ambas se trabaje las “situaciones problemáticas abiertas”. Las primeras fases de la MRPI “*análisis cualitativo (F1)*” y “*emisión de hipótesis (F2)*” se relacionan con la primera capacidad que es “*problematiza situaciones (C1)*”. Sin embargo, la MRPI en la segunda fase considera una revisión conceptual que le permita al estudiante acotar el problema y asumir un enfoque. La tercera fase que es “*diseño de estrategia de resolución (F3)*” se relaciona directamente con la capacidad de “*diseña estrategias para hacer indagación (C2)*” en ambas se trabaja las actividades para comprobar las hipótesis, así, como los recursos necesarios. La cuarta fase de “*desarrollo y resolución (F4)*” se relaciona con la capacidad “*genera y registra datos e información (C3)*”. Finalmente, la última fase “*análisis de resultados (F5)*” se relaciona con las capacidades “*analiza datos e información (C4)*” y “*evalúa y comunica el proceso y los resultados de su indagación (C5)*” en estas etapas se evalúa los datos del proceso, para emitir conclusiones, plantear nuevos cuestionamientos y comunicar el resultado. Es decir, la MRPI es compatible con las capacidades que presenta el Ministerio de Educación del Perú.



## Contenidos de Física

Esta parte del marco teórico se desarrolla partiendo desde lo que es la electricidad, corriente eléctrica, tipos de corriente eléctrica, circuitos eléctricos, elementos de los circuitos eléctricos, magnitudes, leyes y finalmente se exponen las dificultades en el aprendizaje de los circuitos eléctricos.

### 2.4 La electricidad

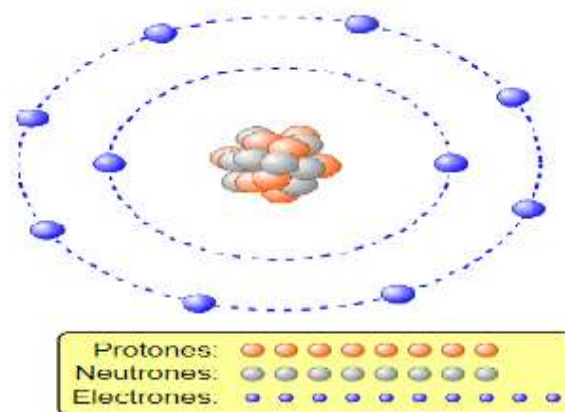
La electricidad en sus diferentes formas estuvo presente desde antes de la aparición del hombre (SEAT, 1996). Es así como en la primera revolución industrial el carbón se convirtió en la principal fuente de energía, ya para la segunda revolución industrial surgen los combustibles fósiles (petróleo y gas) y a partir del siglo XX la industria obliga a buscar nuevas fuentes de energía, por ello se considera el “siglo de la energía”. Actualmente existen muchos tipos de energía como la eólica, nuclear, eléctrica, hidráulica, química... que proporcionan electricidad llenando de luz y color a las ciudades y los hogares. Sin embargo, existen fenómenos que ocurren y que deben estudiarse tal como se desarrolla a continuación.

#### 2.4.1 La carga y la corriente eléctrica

Partiendo de que “la electricidad tiene su origen en el movimiento de una pequeña partícula llamada electrón” (SEAT, 1996, p. 4), además, de que un electrón forma parte del átomo, es necesario estudiar su estructura y los elementos que componen al átomo (Ver Figura 7).

#### Figura 7

*Estructura del átomo*



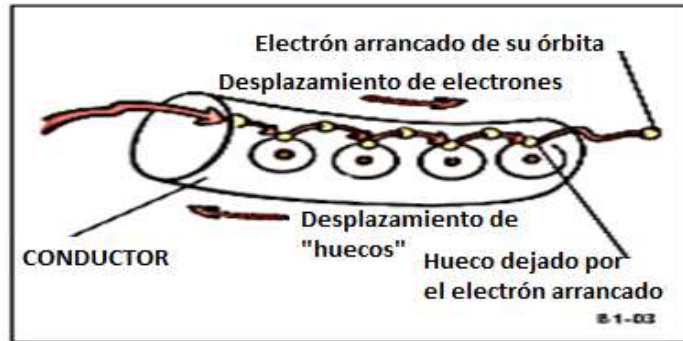
*Nota:* Construido en el simulador PhET. [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_es\\_PE.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_es_PE.html)

La materia está conformada por átomos que tiene por estructura a electrones de carga negativa, protones de carga positiva y neutrones que no tienen carga. Todos estos giran alrededor del núcleo (Ver Figura 7). Desde este punto, **la corriente eléctrica** es el desplazamiento continuo, ordenado (velocidad) con los que pasa los electrones por un punto de un conductor (Dorf y Svoboda,

2011). Es decir, en la corriente eléctrica el paso de electrones se dará de un átomo al siguiente átomo llenando el espacio que deja el contiguo (huecos contiguos) como se muestra en la Figura 8.

**Figura 8**

*Desplazamiento de electrones*



*Nota:* Extraído de SEAT (1996).

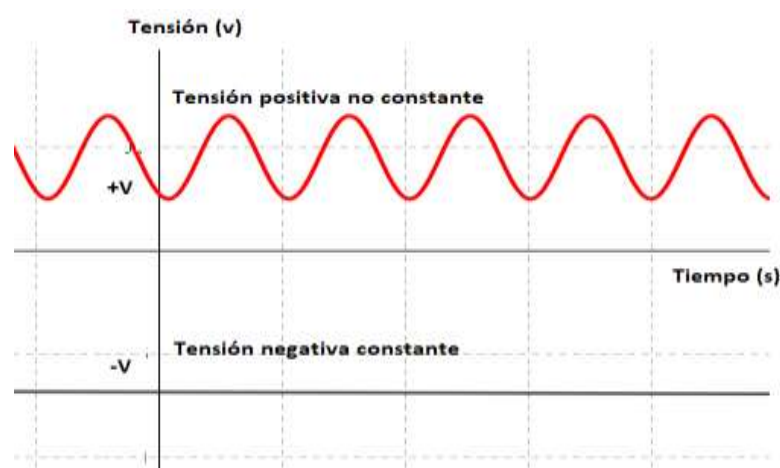
La carga eléctrica “es la cantidad de electricidad almacenada en un cuerpo... el electrón se usa como referencia de la carga eléctrica, pero ojo **la unidad de carga** no es el electrón, es el **Coulomb**” (Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica [IGER], 2017, p. 189). Es decir, la carga eléctrica se mide en Culombios en honor al físico Charles Coulomb.

Tomando como base el movimiento de los electrones en la corriente eléctrica, se clasifica en corriente continua y corriente alterna:

**Corriente continua.** Los electrones van en un solo sentido del polo + al - y se genera una tensión constante. Lo encontramos en las pilas, baterías.

**Figura 9**

*Corriente continua*



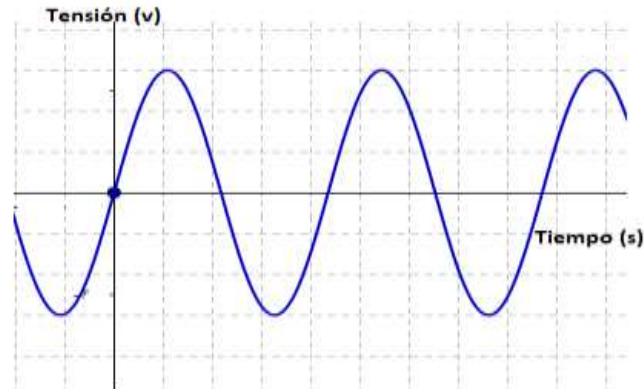
*Nota:* Adaptado de Tecnología (s) por proyectos, Torres (2014).

En la Figura 9, se observa la tensión positiva y negativa. En ella se evidencia que la tensión positiva no es constante, de modo contrario ocurre con la tensión negativa pues esta si es constante.

**Corriente alterna.** Los electrones cambian de dirección de manera cíclica lo que genera que la tensión cambie, como se observa en la Figura 10.

**Figura 10**

*Corriente alterna*



*Nota:* Adaptado de Tecnología (s) por proyectos, Torres (2014).

#### **2.4.2 Materiales que permiten el paso de electricidad**

La estructura atómica de algunos materiales permite que los electrones circulen por el material produciéndose la conducción de electricidad. Por ello, Robbins y Miller (2008) clasifica estos materiales en:

**Conductores.** Se denomina a todos los materiales que permiten el paso de las cargas eléctricas. Por ejemplo, los metales como la plata, cobre, aluminio, plata, oro... son buenos conductores de electricidad, el más usado es el cobre y lo encontramos en las instalaciones eléctricas de las casas. Sin embargo, en la electrónica para construir los procesadores se utilizan metales como el oro y la plata por su gran capacidad de conducción.

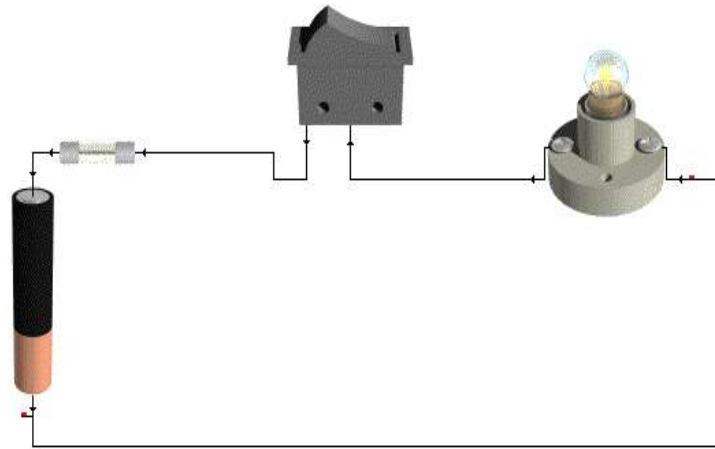
**Semiconductores.** Se denomina a los materiales que no son “ni buenos ni malos” conductores. Entre ellos se encuentran el silicio y germanio. Sin embargo, estos se utilizan en la electrónica, en la fabricación de diodos, transistores, circuitos integrados y otros dispositivos.

**Aislantes.** Se denomina a los materiales que no conducen electricidad. Entre ellos se encuentran el plástico, porcelana, vidrio. Los aislantes se usan en el recubrimiento de materiales conductores y evitan los riesgos eléctricos.

Todos estos materiales influyen en la conducción y seguridad de la corriente eléctrica.

#### **2.4.3 Circuitos eléctricos**

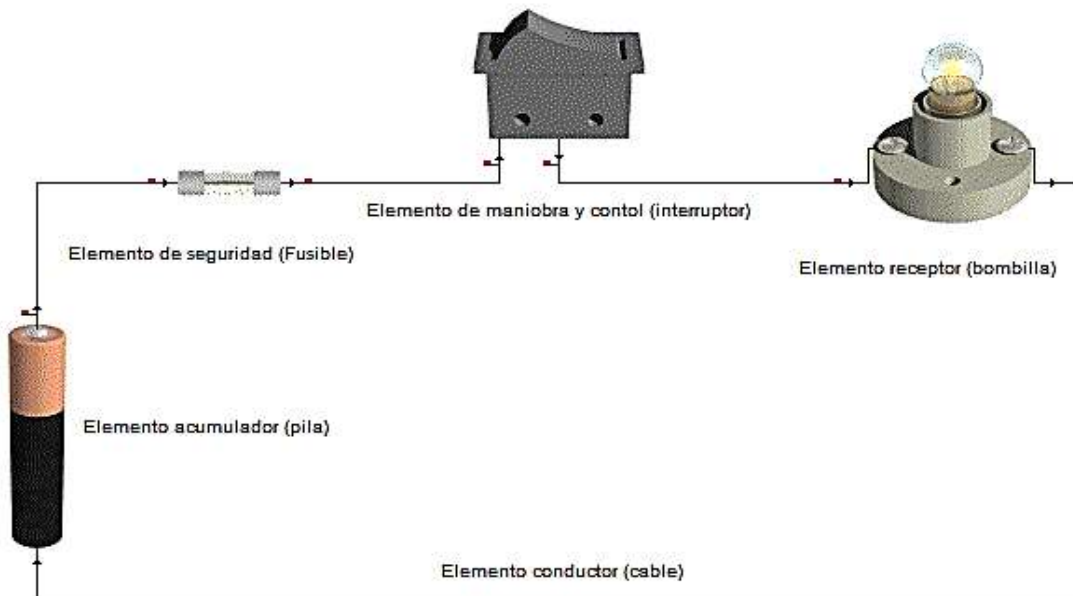
Un circuito eléctrico “es una interconexión de elementos eléctricos unidos entre sí en una vía cerrada, de modo que una corriente eléctrica pueda fluir constantemente” (Dorf y Svoboda, 2011, p.2). De acuerdo con este autor los elementos conectados correctamente permiten el pase de corriente eléctrica como se muestra en la Figura 11.

**Figura 11***Circuito eléctrico*

*Nota:* Elaboración propia con el software Crocodile Clips.

En la Figura 11, se puede evidenciar que algunos elementos proporcionan energía, que conducen, que controlan el flujo de energía y otros hacen uso de ello.

**2.4.3.1 Elementos de un circuito eléctrico.** Torres (2014) clasifica a los elementos de un circuito en 5 grupos: elementos generadores y acumuladores, de maniobra y control, de seguridad, conductores y elementos receptores los mismos que se muestra en la Figura 12.

**Figura 12***Elementos de un circuito eléctrico*

*Nota:* Elaboración propia con el software Crocodile Clips.







Como se observa en la Figura 12, los elementos del circuito están completamente unidos y proporciona energía para que la bombilla encienda. Cabe mencionar, que cada uno de los elementos

tienen su respectiva simbología y se usa para representar los esquemas de los diferentes circuitos. A continuación, se explica los 5 grupos de elementos que se clasificó anteriormente y se muestra algunos ejemplos de su simbología.

**2.4.3.1.1 Elementos generadores y acumuladores.** Son los que proporcionan energía a todo el circuito, entre ellos podemos encontrar las baterías y las pilas que generan corriente continua gracias a sus reacciones químicas, estos tienen dos polos que son negativo (ánodo) y positivo (cátodo). Por otro lado, los alternadores generan corriente alterna la que llega a los hogares. En la Tabla 3 se ejemplifica los elementos generadores y acumuladores con su respectiva simbología.

**Tabla 3**

*Simbología de los elementos generadores y acumuladores*

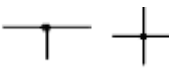

Elemento	Símbolo
Pila	
Batería	
Generador de CC	
Generador de CA	
Placa fotovoltaica	
Fuente de alimentación de CC	
Fuente de alimentación de CA	

*Nota:* Adaptado de Loureiro (2014).

**2.4.3.1.2 Elementos conductores.** Son los que distribuyen la carga eléctrica a todo el circuito. Se representa con líneas y unen los diferentes elementos del circuito. En la Tabla 4 muestran dos tipos de representaciones de cruce de cables conductores de electricidad (con conexión y sin conexión).

**Tabla 4**

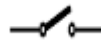
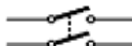
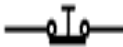
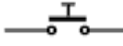
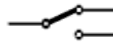
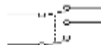
*Simbología de los elementos conductores*

Elemento	Símbolo
Cruce con conexión	
Cruce sin conexión	

*Nota:* Adaptado de Loureiro (2014).

**2.4.3.1.3 Elementos de maniobra y control.** Son los que controlan la electricidad en todo el sistema. Entre los más comunes están los interruptores ya sean simples o bipolares. En la Tabla 5 se muestra la simbología de algunos de estos elementos.



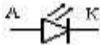

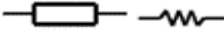

**Tabla 5***Simbología de los elementos de maniobra y control*

Elemento	Símbolo
Interruptor simple	
Interruptor bipolar	
Pulsador cerrado	
Pulsador abierto	
Conmutador unipolar	
Conmutador bipolar	

*Nota:* Adaptado de Loureiro (2014).

**2.4.3.1.4 Elementos receptores.** Son los elementos que permiten transformar la carga eléctrica en otro tipo de energía como la luz. Entre ellos se encuentran las más comunes que son las bombillas. Existen muchos tipos de elementos receptores de los cuales se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6***Simbología de los elementos receptores*

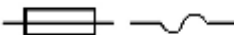

Elemento	Símbolo
Bombilla	
Lámpara	
Diodo LED	
Motor	
Resistencia	
Altavoz	

*Nota:* Adaptado de Loureiro (2014).

De los elementos que se observan en la Tabla 6 los más utilizados son las bombillas y las lámparas. Sin embargo, es necesario conocer su simbología porque comúnmente pueden ser encontrados en artefactos electrodomésticos.

**2.4.3.1.5 Elementos de seguridad.** Se refiere a los elementos que protegen el circuito de las sobrecargas, además de proteger al que las manipula. A continuación, en la Tabla 7, se muestran algunos elementos de maniobra y control de los cuales el más utilizado en los circuitos es el fusible.

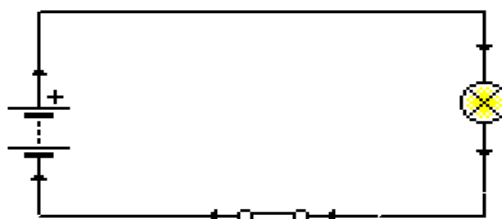
**Tabla 7***Simbología de los elementos de seguridad*

Elemento	Símbolo
Fusible	
Toma de tierra	

*Nota:* Adaptado de Loureiro (2014).

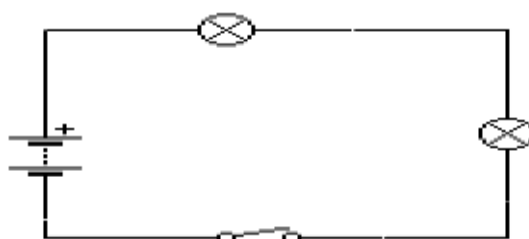
**2.4.3.2 Tipos de circuitos eléctricos.** Para IGER (2017), Macmillan (2018) y SEAT (1996) los circuitos eléctricos se clasifican en circuitos en serie y en paralelo. Por otra parte, Loureiro (2014) y Torres (2014) clasifican los circuitos en circuitos simples, en serie, en paralelo y mixto. Por ello, se toma en consideración la clasificación realizada por los dos últimos autores. En las siguientes líneas se explica los 4 tipos de circuitos que refieren los autores mencionados:

**Circuito simple.** Es aquel circuito que presenta un generador o acumulador, un controlador y un receptor como se muestra en la Figura 13.

**Figura 13***Esquema de un circuito simple**Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 13, se presenta un esquema de un circuito simple, en el cual se visualiza la conexión de una batería, un interruptor simple cerrado y una bombilla encendida (color amarillo) que demuestra que el circuito funciona correctamente.

**Circuito en serie.** Robbins y Miller (2008) afirman que un circuito en serie se produce cuando “la trayectoria de corriente y todos los elementos en serie tienen la misma corriente” (p. 938). De acuerdo con esta definición el esquema será como se muestra en la Figura 14.

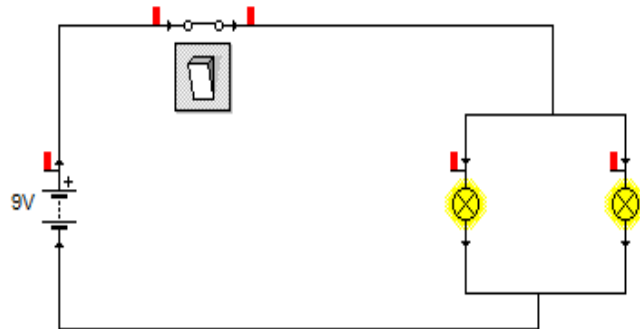
**Figura 14***Esquema de un circuito en serie**Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

Como se muestra en la Figura 14, el circuito en serie tiene un acumulador, un interruptor abierto y dos bombillas unidas por un solo conductor. Sin embargo, si una bombilla está defectuosa impide el paso de corriente eléctrica.

**Circuito en paralelo.** Está formado por dos o más receptores unidos por varios conductores independientes (IGER, 2017). Es decir, se refiere al circuito como se presenta en la Figura 15.

**Figura 15**

*Esquema de un circuito en paralelo*



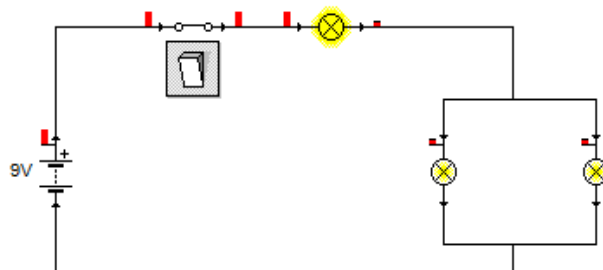
*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 15, se muestra un esquema de un circuito en paralelo en funcionamiento, tiene una batería, interruptor y dos bombillas conectadas independiente una de otra y que lo distingue de un circuito en serie. En un circuito en paralelo si un receptor se quema, este continuará funcionando, debido a que cada receptor tiene un conductor independiente.

**Circuito mixto.** Un circuito mixto es la unión de un circuito, ya sea simple o en serie con un circuito en paralelo.

**Figura 16**

*Esquema de un circuito mixto*



*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

Como se muestra en la Figura 16, es un circuito mixto que tiene una batería, un interruptor y tres receptores de los cuales dos están conectados en paralelo y uno está conectado en forma de circuito simple. Es importante saber que si se quema la bombilla conectada en forma de circuito simple condicionará el funcionamiento del circuito.

**2.4.3.3 Magnitudes.** Las magnitudes eléctricas son el voltaje, resistencia, intensidad, energía y potencia. Las mismas que se explican a continuación.

**Voltaje.** Es la energía que proporciona el generador a todo el circuito, también es llamado tensión o diferencia potencial, según el Sistema Internacional de Unidades (SI) su unidad de medida es el Voltio (V) en honor a Alessandro Volta quien inventó la pila de reacción química. También “es la magnitud que se encarga de mantener la diferencia de cargas positivas y negativas entre dos puntos de un circuito” (Macmillan, 2018, p.14). Es decir, proporciona energía distribuyendo desde sus dos polos.

**Resistencia.** Es la magnitud que mide la dificultad que opone un material a ser atravesado por una corriente eléctrica (Macmillan, 2018 y Torres, 2014). Se representa con “R” y su unidad según SI es el ohmio ( $\Omega$ ). Para poder calcular la resistencia de un material se utiliza la siguiente fórmula.

**R**= Es la resistencia del material

**$\rho$**  = Resistividad eléctrica

**L**= Largo

**S**= Es la sección Trasversal

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

**Intensidad.** Es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa por un punto del conductor durante un segundo (Macmillan, 2018). En otras palabras, es la cantidad de electrones que atraviesa por un conductor. Se representa con la letra (I) y su unidad en el SI es el amperio (A).

**Energía.** Se define como “el trabajo necesario para desplazar una carga eléctrica entre dos puntos sometidos a una diferencia de potencial” (Loureiro, 2014). Se representa con la letra E y su unidad de medida en el SI es el julio (J).

**Potencia.** Es la energía efectuada o consumida en una unidad de tiempo. Se representa con la letra (P) y la unidad de medida en el SI es el vatio (W).

**2.4.3.4 Ley de Ohm.** El Físico Georg Simon Ohm (1787-1854, como se citó en Robbins y Miller, 2008) propuso una ley en 1827 que en honor lleva su nombre “ley de Ohm”. Sobre su historia, nació en Erlangen, Baviera, estudió ciencias, se encaminó por estudiar la corriente eléctrica en circuitos. Su importante contribución al establecer la relación entre resistencia, voltaje e intensidad lo llevó a convertirse en catedrático de la universidad de Múnich. Su aporte, en la actualidad, es una de las leyes fundamentales en la teoría de circuitos. A continuación, se explica el aporte que realizó:

$$I = \frac{V}{R}$$

I = Representa la intensidad y su unidad de medida es el amperio (A).

V = Representa el voltaje o tensión y su unidad de medida es el voltio (V).

R = Representa la resistencia y su unidad de medida es el ohmio ( $\Omega$ ).

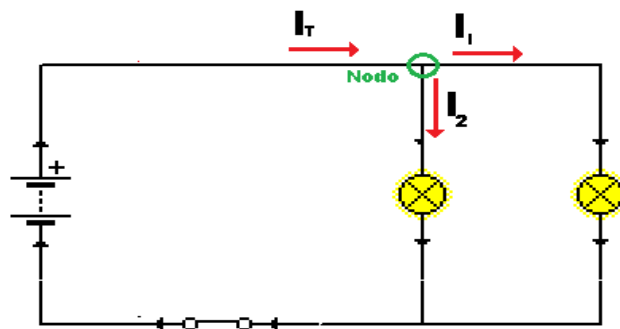
En la fórmula se encuentra la relación de la intensidad que es directamente proporcional al voltaje e indirectamente proporcional a la resistencia.

**2.4.3.5 Leyes de Kirchhoff.** Gustav Robert Kirchhoff (1827-1887, como se citó en Robbins y Miller, 2008) físico alemán quien, gracias a sus investigaciones, formuló en 1845 la ley de la corriente y la ley del voltaje que aplica a los circuitos de corriente continua o alterna. Otro de sus aportes fue verificar que la electricidad viaja a la velocidad de la luz.

**Primera ley:** “Suma algebraica de las corrientes es nula”. Es decir, la suma de las intensidades entrantes de un nodo es igual a la suma de las intensidades salientes, por ejemplo.

**Figura 17**

*Primera ley de Kirchhoff*



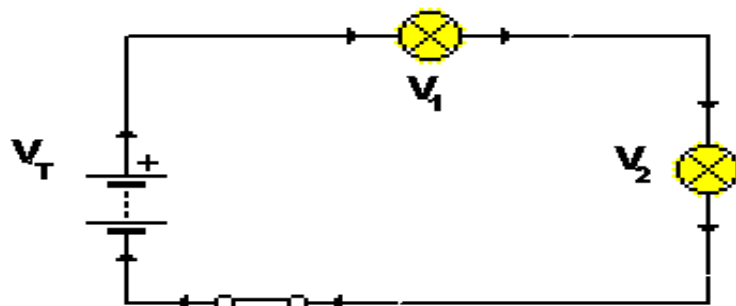
*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 17, se muestra un circuito en serie en el cual el nodo es la unión de varios conductores en este caso son tres, el primer conductor con una  $I_T$  que se une con dos conductores con intensidad  $I_1$  e  $I_2$ . Según la primera ley de Kirchhoff se cumple que la  $I_T = I_1 + I_2$ .

**Segunda Ley:** “Las tensiones de una malla siempre suman cero”. Es decir, la tensión suministrada es igual a la sumatoria de las caídas de tensión. Por ejemplo:

**Figura 18**

*Segunda ley de Kirchhoff*



*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 18, se muestra un circuito en serie integrado por una batería dos bombillas, la batería proporciona un  $V_T$  que a la vez distribuye a las bombillas que ocasionan una caída de tensión de  $V_1$  y  $V_2$ . Según la segunda ley de Kirchhoff el  $V_T = V_1 + V_2$ .

**2.4.3.6 Dificultades en el aprendizaje de circuitos eléctricos.** Para enseñar el tema de circuitos eléctricos, es necesario considerar las dificultades existentes en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Sobre ello, distintos autores como Guisasola et al. (2008), Becerra (2014), Parker (2002), Pro y Rodríguez (2010) mencionan que la dificultad principal de los estudiantes es que no comprenden los conceptos de energía, corriente eléctrica, voltaje e intensidad. A continuación, se analizará con más detalle:

- ✓ El estudiante presenta errores en la comprensión y diseño de esquemas de circuitos eléctricos (Guisasola et al., 2008).
- ✓ Becerra (2014) afirma que el estudiante tiene temor al experimentar con los elementos de los circuitos por temor a dañarlos y causar daño.
- ✓ Becerra (2014) afirma que el desinterés, aburrimiento de los alumnos en las actividades es muy notorio. Por ello, recomienda presentar situaciones llamativas que despierten el interés del estudiante de acuerdo con la edad o entorno.
- ✓ Como un reto a afrontar en la investigación es lo que presenta Becerra (2014) “Algunos estudiantes resuelven ejercicios de aplicación de la ley de Ohm y de las leyes de Kirchhoff, sin embargo, al presentarles una situación problema no muestran una estructura conceptual que asocie la teoría con la práctica para enfrentarla” (p. 78). Es decir, los estudiantes resuelven problemas de tipo algorítmico y cuando se presenta una situación problemática que involucra procesos de indagación presentan dificultades porque no asocian la teoría con los fenómenos que se les presenta. Esto se debe a no haber comprendido conceptos claves.
- ✓ Los estudiantes presentan dificultades en el manejo y datos que proviene del voltímetro y amperímetro (Becerra, 2014; Pro y Rodríguez, 2010).

Es necesario tomar en consideración las dificultades mencionadas anteriormente a fin de tenerlas en cuenta para el buen desempeño docente. Es evidente que el bajo dominio de contenido y conceptos que no son comprendidos adecuadamente, es el origen de la mayor parte de las dificultades mencionadas anteriormente.

### **Capítulo 3: Metodología de la investigación**

Este capítulo se estructura en 6 subtemas. En el primero se aborda el paradigma y la metodología de la investigación; como segundo subtema se describe el diseño de la investigación; en el tercer subtema se explica la población y la muestra; en el cuarto se describen las variables y dimensiones; en el quinto subtema se aborda las técnicas e instrumentos y finalmente la descripción de la propuesta de investigación. La matriz de consistencia se puede visualizar en el Apéndice 1.

#### **3.1 Paradigma y metodología de investigación**

El paradigma que se emplea en la presente investigación es interpretativo. Sobre el paradigma interpretativo, Learreta (2012) sostiene que está vinculado al contexto social, ya que se pretende dar significado a las actuaciones de las personas de dicho contexto, para comprender la realidad, más que una comprensión casual una comprensión contextual. Por ello, a través de técnicas e instrumentos, se recoge los datos y se realiza el análisis del contenido que ha sido desarrollado por la muestra. De esta manera, obtener el nivel de logro de las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación y finalmente relacionarlo y establecer el nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.

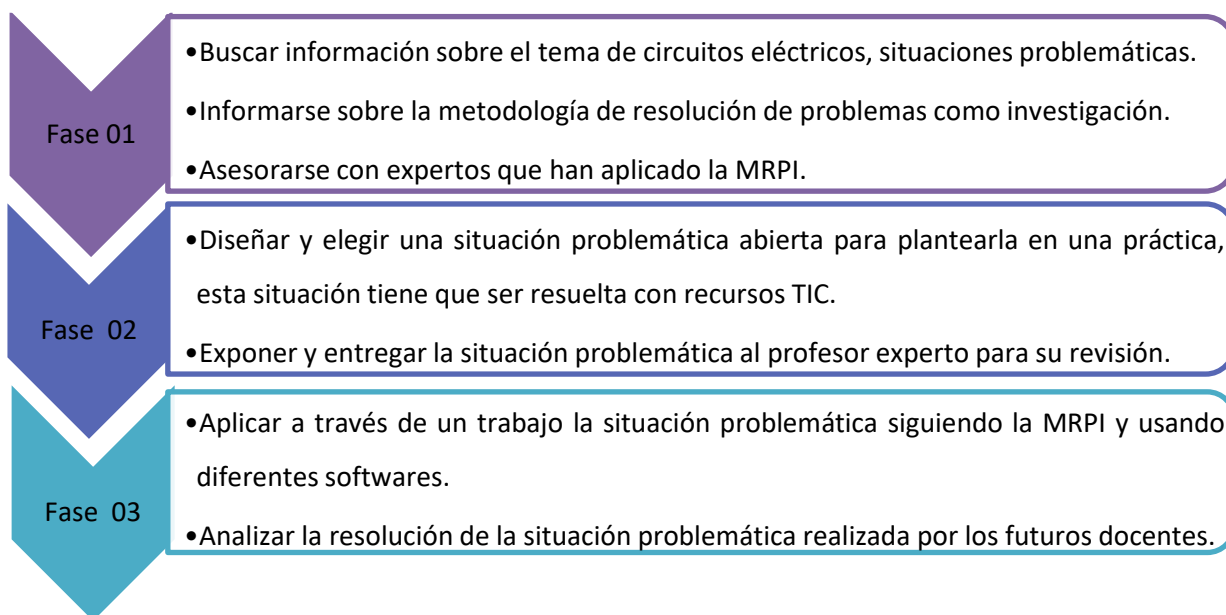
La metodología de la investigación es mixta. Al respecto, Pole (2009) afirma que “la investigación con metodologías mixtas utiliza la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos en los métodos que forman parte del estudio” (p. 39). Por tanto, implica un análisis cuantitativo y cualitativo que permite obtener parámetros estadísticos que ayudan a una interpretación más profunda del nivel de logro de la competencia en función de la muestra. Se puede decir que la investigación es un estudio de casos debido a que se pretende analizar y comprender aspectos relevantes de un grupo de estudio para comprenderlo en situaciones más generales.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

La investigación está orientada al paradigma interpretativo debido a que permitirá identificar características que desarrollan los que conforman la muestra. Por ello, se ha considerado las siguientes fases del diseño (Ver Figura 19).

**Figura 19**

*Esquema de las tres fases que se seguirán para el desarrollo de la investigación*



*Nota:* Elaboración propia.

En la fase 1, se realizará la revisión de la literatura relacionada con circuitos eléctricos, indagación, enseñanza de las ciencias en el Perú (competencias y capacidades), MRPI, asesorarse con expertos sobre la aplicación de la MRPI en este caso se contará con la asesoría de la Dra. María del Carmen Barreto. Además, se diseñará situaciones problemáticas referidas a circuitos eléctricos.

En la fase 2, se diseña una situación problemática que tiene que resolverse con la MRPI y con recursos TIC y material real. Posteriormente dicha situación debe ser revisada y validada por la Dra. María del Carmen Barreto.

En la fase 3, aplicar la situación problemática abierta contextualizada sobre circuitos eléctricos en un trabajo para que sea resuelta por los estudiantes siguiendo la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación y recursos TIC (Simuladores). Finalmente, analizar y evaluar los informes con la rúbrica para determinar el nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos (Setiawan y Sugiyanto, 2020).

### **3.3 Población y muestra**

En la presente investigación se trabaja con futuros docentes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la especialidad de Matemática y Física que estén cursando la asignatura de Física III y su Didáctica en el semestre 2020 II, con una muestra de 18 futuros docentes de los cuales estarán conformados por 8 mujeres y 10 varones, con una edad entre 18 y 20 años. Dichos futuros docentes tienen una diversidad cultural porque son de diferentes regiones del Perú, sobre todo de instituciones públicas. A continuación, se mostrará la codificación de la muestra (Ver Tabla 8).

**Tabla 8**

*Cantidad de futuros docentes que conforman la muestra codificada según sexo*

<b>Sexo</b>	<b>Cód.</b>
<i>Masculino</i> 55.6 %	A01
	A02
	A03
	A04
	A05
	A06
	A10
	A14
	A15
	A18
<i>Femenino</i> 44.4 %	A07
	A08
	A09
	A11
	A12
	A13
	A16
	A17

*Nota:* En la tabla se muestra los futuros docentes codificados que forman parte de la investigación tomando en cuenta su sexo.

El tipo de muestreo en la presente investigación es no probabilístico por conveniencia. Sobre el muestreo por conveniencia autores como Crespo y Salamanca (2007), Otzen y Manterola (2017) mencionan que el investigador selecciona los casos que están más accesibles. Es decir, se escoge la muestra por la disponibilidad que tienen los participantes para formar parte de la investigación, es por esta razón que los resultados que se obtengan no pueden generalizarse. En ese sentido, por la disponibilidad de la muestra y que dentro de la temática a desarrollar se contempla el tema de circuitos eléctricos se ha seleccionado como muestra a estudiantes matriculados en la asignatura de Física III y su Didáctica de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura.

### **3.4 Variables y dimensiones de la investigación**

La variable independiente de la investigación es: La Metodología de Resolución de Problemas con Investigación (MRPI) propuesta por Gil y Martínez Torregrosa en 1983 en la Universidad de Valencia. Actualmente la MRPI es investigada principalmente por la Dra. María Mercedes Martínez Aznar y su equipo en la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Con respecto a las dimensiones de la variable, que es la MRPI, se describen a continuación las 5 fases propias de la MRPI tal como lo mencionan Gil y Martínez-Torregrosa (1983), Martínez-Aznar y Bárcena (2013):

- Análisis cualitativo de la situación problemática.
- Emisión de hipótesis.

- Diseño de estrategias de resolución.
- Desarrollo de la experimentación y/o resolución del problema.
- Análisis de los resultados.

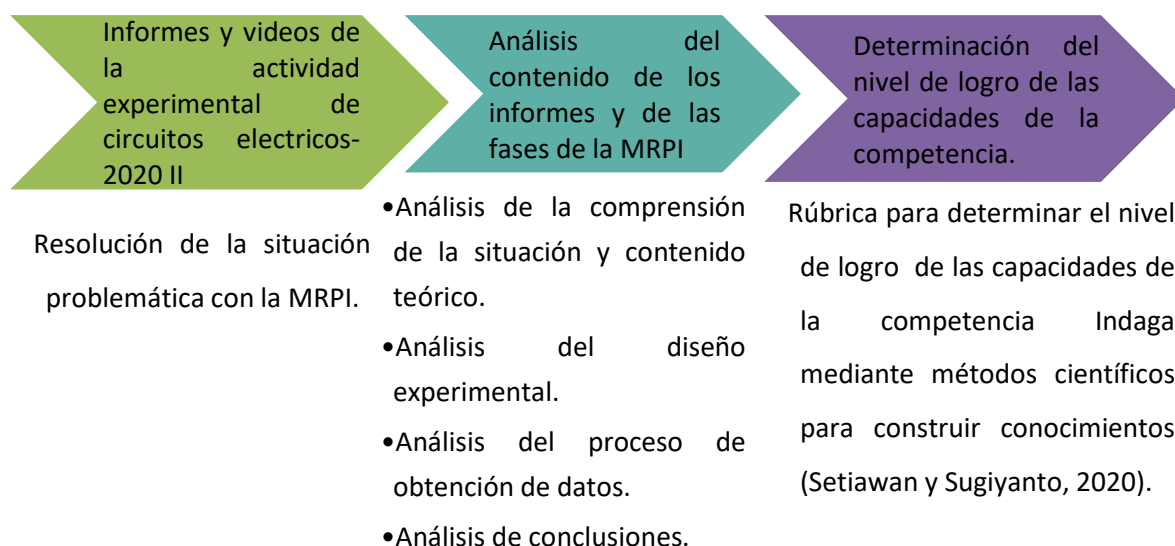
La variable dependiente de la investigación es la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y sus dimensiones es el nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos para construir conocimientos con el uso de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto, a partir de la evaluación de las fases de la MRPI.

### 3.5 Técnicas e Instrumentos

Debido a la pandemia por COVID-19 el confinamiento ha sido una estrategia de muchos gobiernos para frenar la propagación del virus. En el ámbito educativo peruano, el D.U. N° 026-2020. Denominado Decreto de Urgencia que establece diversas medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del Coronavirus (COVID-19) en el territorio nacional, establece que se suspenden las clases presenciales y se apertura la modalidad virtual o remota. Con ello, exige un replanteamiento de la labor docente. Es por esta razón que la Unesco (2020) sostiene que el uso de herramientas virtuales es de vital importancia en la educación de este tiempo debido a que ayudan al proceso de autoaprendizaje. Por otro lado, el uso de TIC en la educación cada vez es más usual que hasta el Ministerio de educación lo recomienda (MINEDU, 2016; 2018). A continuación, se explicará los instrumentos y como se van a usar en la presente investigación:

#### Figura 20

*Proceso, técnicas e instrumentos de la investigación*



*Nota:* Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 20, en la presente investigación se diseña una situación problemática abierta denominada “El misterio de la luz en la escalera de Juan” sobre el tema de

circuitos eléctricos, el cual debe ser resuelto por futuros docentes usando la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI). Dicha situación debe resolverse usando entornos virtuales como simuladores, entre los que se propone: PhET interactive simulations, Crocodile Clips y Tinkercad. Sin embargo, se les recomienda usar Crocodile Clips debido a la facilidad para diseñar, comprobar el diseño y medir voltajes e intensidades.

Los futuros docentes presentan un informe con fotos y videos en el cual demuestran la solución de la situación usando la MRPI. En dicho informe se analiza los aspectos como la comprensión de la situación problemática, contenido teórico, diseño experimental, proceso de obtención de datos y conclusiones tomando en cuenta las fases de la MRPI. Es importante mencionar que las fases de la MRPI tienen relación con las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, esto permite evaluar el nivel de logro de la competencia (Ver Figura 21).

**Figura 21**

*Relación de la capacidad Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y las fases de la MRPI*



*Nota:* Elaboración propia.

Finalmente, se evaluará el nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos, estableciendo los logros y dificultades, para lo cual se usará la rúbrica elaborada por Setiawan y Sugiyanto (2020).

### 3.6 Descripción de la Propuesta

En las siguientes líneas se describe las actividades diseñadas, cabe mencionar que la propuesta ha sido validada mediante una exposición teniendo como audiencia a docentes en ejercicio, los mismos que después de escuchar el sustento metodológico y la propuesta de investigación, brindaron sus apreciaciones y validaron la propuesta resaltando la importancia de la misma ya que se tiene como muestra a futuros docentes y que se trabaja con un enfoque de indagación que sigue las recomendaciones del Ministerio de Educación del Perú.

Las actividades diseñadas siguen las recomendaciones sustentadas en el marco teórico y de los que validaron la propuesta. Es por ello que la situación problemática que se diseña se caracteriza por ser abierta y contextualizada bajo un enfoque indagativo, esta situación será resuelta con la MRPI por el beneficio que tienen para potenciar la motivación, desarrollar conceptos, reflexión y poder plantearse nuevas interrogantes para investigar. También es importante mencionar que en la MRPI el docente tendrá la función de orientador y guía para el proceso de construcción del aprendizaje de los estudiantes (Rodríguez-Arteche et al., 2016).

En esta investigación se recomienda el uso del software “Crocodile Clips v3.5” para diseñar y simular circuitos. Por otra parte, los futuros docentes deben manejar el software, por ello se ha creado 3 videos tutoriales donde explican el uso y que se encuentran en los siguientes enlaces:

- Conociendo el Crocodile Clips [https://drive.google.com/file/d/1upS2lALL4XyUcFIXOSli\\_dSOqhpm5Hqv/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1upS2lALL4XyUcFIXOSli_dSOqhpm5Hqv/view?usp=sharing) en este video se explica las opciones e iconos que tiene el software.
- Diseñando un circuito [https://drive.google.com/file/d/1RoYhtwrTDMealQwcx\\_y9cHUj6ZancsDo/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1RoYhtwrTDMealQwcx_y9cHUj6ZancsDo/view?usp=sharing) en este video se explica cómo diseñar un circuito, para ello se conecta los distintos elementos y se comprueba su funcionamiento.
- Uso del voltímetro y amperímetro <https://drive.google.com/file/d/1edJM1FFnZ8TLd1fXro6enoJgnNKPnwZ1/view?usp=sharing> en este video se explica cómo medir la intensidad y el voltaje que pasa por el circuito.

Con los videos mencionados anteriormente, se pretende que sea de ayuda para que los futuros docentes puedan desarrollar la situación problemática que se describe en las siguientes líneas.

### 3.6.1 Situación “El misterio en la escalera de Juan”

La situación problemática es introducida por el docente mediante una ficha que se detalla en el Apéndice 2, el mismo que indica que el estudiante que tiene el tiempo de 6 horas para dar solución a la situación:

Juan es un estudiante de quinto de secundaria, hace unos meses su familia y él se mudaron a una nueva casa. Sin embargo, tienen un problema en la escalera. Juan expresa: “La escalera de mi casa tiene dos interruptores uno que se oprime para subir y uno que se oprime para bajar, pero no todas las veces funciona, algunas veces no funciona cuando se presiona para subir así que tengo que subir a oscuras” Con el uso de la MRPI, propone una solución de la situación problemática.

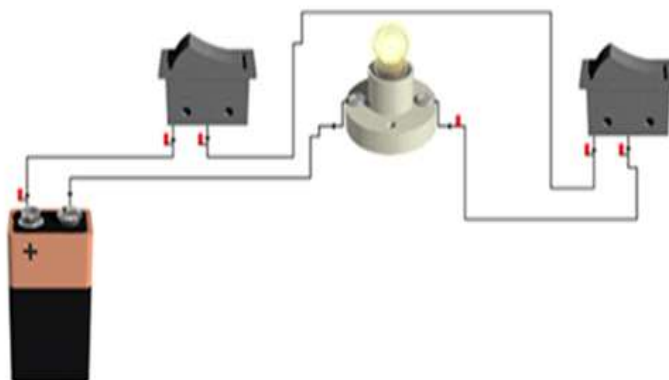
**3.6.1.1 Solución de la situación problemática.** En este punto de la investigación se explica lo que se pretende lograr con los futuros docentes y se ilustrará a modo de ejemplo la solución de la situación problemática:

Con la situación problemática planteada, se pretende que el estudiante con la MRPI diseñe el esquema de la situación problemática, identifiquen el problema del circuito comprendiendo el concepto e instalación del conmutador, que diseñen el circuito solución usando la conexión de un conmutador. Finalmente, se espera que los futuros docentes hagan uso de un circuito en paralelo para dar fiabilidad al circuito, siguiendo las 5 fases de la MRPI que son:

*Análisis cuantitativo:* En esta fase se espera que el futuro docente comprenda el problema y pueda construir el marco conceptual que le falta conocer para dar solución al reto. Es decir, que el estudiante comprenda la situación haciendo usos de esquemas de lo que sucede en la escalera, como se ejemplifica en la Figura 22.

**Figura 22**

*Esquema del circuito que se plantea en la situación problemática*



*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 22, se ejemplifica el esquema de la situación problemática planteada, de esta manera el futuro docente refleja la comprensión de la situación problemática, pues significa que ha identificado el origen del problema y que le llevará a investigar conceptos que desconozca.

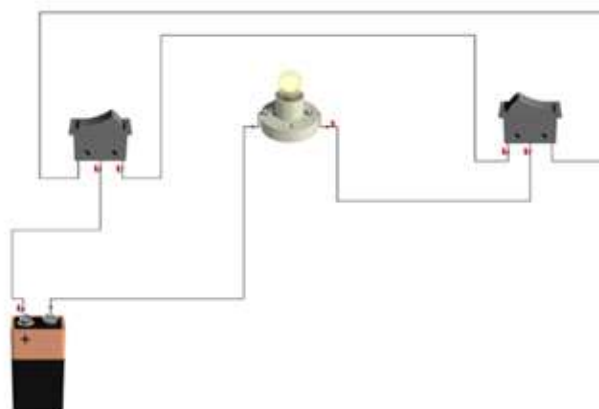
*Emisión de hipótesis:* En esta fase, se espera que el futuro docente traduzca la situación planteada inicialmente en preguntas investigables que den solución a la situación. Asimismo, se plantearán hipótesis. Entre una posible pregunta investigable sería: ¿Cómo instalar los conmutadores en una escalera? Y la hipótesis “con el uso de conmutadores cuya instalación es en paralelo, se soluciona el circuito”.

*Diseño de estrategias de resolución:* En esta fase, el futuro docente planifica de manera detallada la estrategia para comprobar su hipótesis, explican los materiales que usarán en el software Crocodile Clips (conmutador unipolar, cables, batería, bombilla).

Asimismo, los futuros docentes deben explicar las variables para la pregunta anteriormente planteada, las variables que plantean deben relacionarse con: Variable independiente, que la bombilla encienda; variable dependiente, la conexión de los conmutadores; variable de control, al presionar cualquiera de los conmutadores se prende o se apaga la bombilla. Por otro lado, el estudiante describe los pasos que se van a realizar para comprobar la hipótesis, siguiendo con el desarrollo los pasos son: Seleccionar los elementos del circuito en el software, instalar correctamente los conmutadores, probar el circuito y anotar las observaciones. Cabe mencionar que los futuros docentes deben plantear un diseño similar al que se muestra en la Figura 23.

### Figura 23

*Diseño de la solución de la situación problemática*



*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

*Desarrollo y resolución:* El futuro docente es consciente que los conmutadores deben instalarse en paralelo, por lo tanto, deberá diseñar un circuito como se observa en la Figura 23 o similares en cualquiera de los entornos virtuales, para que finalmente se compruebe dicho esquema del circuito, como se observa en la Figura 24.

**Figura 24**

*Simbología de la solución de la situación problemática*



*Nota:* Elaborado con el software Crocodile Clips.

En la Figura 24, se puede observar la comprobación del esquema. Es decir, el circuito ha encendido correctamente.

*Análisis de resultados:* En esta fase, en caso de que el futuro docente pueda resolver con éxito la situación problemática, sus conclusiones estarán relacionadas con lo que se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Probables conclusiones que lleguen los futuros docentes*

Pregunta investigable	Hipótesis	Resultados
¿Cómo instalar los conmutadores en una escalera?	Con la instalación en paralelo de dos conmutadores unipolares se soluciona la situación problemática	Con el uso de conmutadores unipolares, y una instalación en paralelo de los conmutadores se soluciona el circuito de la escalera, esto porque permite controlar el flujo de corriente eléctrica desde dos puntos.

*Nota:* Elaboración propia.

En la Tabla 9, se evidencia las posibles conclusiones en las cuales resalta el uso del conmutador unipolar. Además, el estudiante reflexiona sobre el proceso de investigación, anota sus dificultades y las nuevas preguntas que desea investigar.

**3.6.1.2 Preguntas para orientar la indagación.** A continuación, se sugiere algunas preguntas para que el docente guíe las fases del MRPI:

*Análisis cuantitativo:* Con el fin de orientar la comprensión de la situación problemática el docente puede preguntar: ¿Qué entiendes por interruptor? ¿Cuál será el factor que ocasiona el problema en la escalera de Juan? ¿Cómo crees que estarán conectados los interruptores en una

escalera? Elabora un esquema de lo que crees que sucede en la escalera de la casa de Juan. ¿Cuáles son los tipos de circuitos? Haz un esquema de ambos circuitos.

*Emisión de hipótesis:* El docente puede pedir a sus estudiantes que formulen las preguntas investigables que solucione la situación ¿Cuáles serán las hipótesis?

*Diseño de estrategias de resolución:* ¿Qué es un conmutador unipolar? ¿Cuáles son los materiales para utilizar? ¿Cuáles son las variables? ¿Qué pasos seguir para corroborar la hipótesis? Haz un esquema de la posible solución.

*Desarrollo y resolución:* El docente puede guiar esta fase con las siguientes preguntas: ¿Funcionó el esquema de la solución que planteaste anteriormente? ¿por qué le conviene el tipo de circuito que planteaste? ¿Qué dificultades tienes?

*Análisis de resultados:* Para un mejor análisis, el docente puede guiar esta fase con las siguientes preguntas: ¿lograste desarrollarlo? ¿Cuáles son tus conclusiones? ¿Qué deberías añadir a tu diseño? ¿Qué pregunta quisieras seguir investigando?

**3.6.1.3 Conceptos involucrados en la solución problemática.** En el desarrollo de la situación se espera que los siguientes conceptos sean adquiridos por los futuros docentes:

*Circuito en serie.* “Es un circuito en el que la misma corriente fluye a través de todos los componentes del circuito. La corriente solo tiene un camino a seguir” (Área tecnología, s.f.). Es decir, los elementos del circuito están unidos por un solo cable que comienza en uno de los polos y termina en el polo opuesto, de esta manera la corriente tiene un solo camino.

*Interruptor simple.* “Permite abrir o cerrar un circuito y permanece en la misma posición hasta que volvemos a presionar” (Torres, 30 de abril de 2014).

*Interruptor doble o bipolar.* “Es un interruptor que abre y cierra dos circuitos al mismo tiempo” (Torres, 30 de abril de 2014).

*Conmutador unipolar.*

“Es un elemento que establece una asociación entre una entrada y una salida de las múltiples que tiene. Esta conexión perdura en el tiempo, hasta que volvemos a accionar” (Torres, 30 de abril de 2014). Es decir, el conmutador unipolar permite que la corriente eléctrica ingrese y circule por una de las dos terminales que tiene.

*Circuito en paralelo.* “Es un circuito en el que los componentes se organizan de manera que la corriente debe dividirse antes de reunirse y volver a combinarse. Debido a que la corriente se divide, cada componente tiene asegurada su carga” (Área tecnología, s.f.).

*Voltímetro.* Aparato que mide el voltaje o tensión eléctrica y que se conecta en paralelo con el componente o generador que se quiere medir (Área tecnología, s.f.).

## Capítulo 4: Resultados de la investigación

Este capítulo se estructura en dos partes. En la primera, se aborda el análisis de datos, el mismo que se desarrollará en cuatro puntos, en los cuales se analiza cuatro fases de la MRPI que fueron usadas en la solución de la situación problemática. Como segunda parte se sustenta la discusión de resultados en la que se relaciona los resultados de las fases de la MRPI con la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos estableciendo los niveles de logro usando la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020).

### 4.1 Análisis de datos

En esta parte se muestran los resultados obtenidos del análisis de contenido realizado a cada una de las fases de la MRPI, las cuales se plasmaron en los informes presentados por los futuros docentes al resolver la situación problemática “El misterio en la escalera de Juan”.

#### 4.1.1 Resultados de la Fase 1

En primer lugar, se detallan los resultados correspondientes a la fase 1 que es el análisis cualitativo, que refiere a comprender el problema y formular un marco conceptual que ayude en la solución de la situación planteada.

**4.1.1.1 Comprensión de la situación problemática.** Como parte de la primera fase se debe comprender la situación problemática, del análisis de contenido de los informes se pueden formar dos grupos: Los que comprenden y los que no comprenden la situación problemática (Ver Figura 25). Respecto al primer grupo, se cataloga la comprensión que tienen los futuros docentes de la situación problemática en tres categorías: Los que comprenden y formulan la situación en preguntas investigables, los que explican con sus propias palabras y finalmente los que realizan preguntas que guían su marco conceptual. El segundo grupo son los que no comprenden la situación problemática y lo forman dos futuros docentes, en dicho grupo solo se ha encontrado una categoría, la cual se denominará igual al grupo.

**Figura 25**

*Categorías de comprensión de la situación problemática que evidencian los futuros docentes*



*Nota:* Elaboración propia.

A continuación, se describen los hallazgos realizados en las categorías antes mencionadas:

- Resultados de la primera categoría: Comprenden y formulan la situación en preguntas investigables.

En la primera categoría, se analizan los casos en los que los futuros docentes plantean su comprensión de la situación problemática mediante preguntas investigables. Cabe mencionar que, mediante el análisis de los informes se han encontrado 6 futuros docentes (A02, A03, A04, A07, A08 y A09) que representan el 33.3 % de la muestra, cuyas respuestas corresponden a esta categoría. En la Tabla 10 se ejemplifican algunos de los casos más representativos:

**Tabla 10**

*Ejemplificaciones de la formulación de preguntas investigables realizadas por los futuros docentes*

<b>Cód.</b>	<b>Preguntas investigables</b>
<b>A02</b>	¿Qué circuito y cómo debería armarlo Juan para que pueda prender el foco al subir y al bajar por las escaleras de su casa?
<b>A03</b>	¿Cómo será el circuito eléctrico que debe utilizar Juan para instalarlo en su escalera?
<b>A07</b>	¿Cómo se logra ayudar a Juan con un circuito eléctrico usando interruptores o conmutadores, en serie o paralelo?
<b>A09</b>	¿Cuál es el problema de conexión en el circuito, que dificultad el encendido y apagado del foco: el interruptor, cable, la conexión?

*Nota:* Extraído de los informes de los futuros docentes.

En la Tabla 10, se puede evidenciar que los futuros docentes A02 y A03 se formulan preguntas en relación al tipo de circuito que debería usar Juan para instarlo en su escalera, mientras que el futuro docente A07 se refiere al circuito en serie, paralelo y el uso de conmutadores. En el caso del futuro docente A09, -aunque su pregunta presenta errores de redacción-, la interpretación que se le ha dado es que hace alusión a fallas en el circuito o cambios que se deben introducir, lo cual lo lleva a probar en su diseño experimental: los interruptores, los cables o los tipos de conexiones.

- Resultados de la segunda categoría: Explican con sus propias palabras.

La segunda categoría, lo conforman 8 futuros docentes (A01, A10, A11, A12, A13, A14, A15 y A16) que representan el 44.4 % del total de la muestra, y demuestran su comprensión de la situación problemática con sus propias palabras. A continuación, se muestran algunos casos que ejemplifican esta categoría (Ver Tabla 11).

**Tabla 11**

*Ejemplificación de la comprensión de la situación con sus propias palabras realizadas por futuros docentes*

<b>Cód.</b>	<b>Explicación de la situación con sus propias palabras.</b>
<b>A01</b>	Cada interruptor debe permitir apagar y encender la bombilla, independientemente del lugar de donde se ejecute.
<b>A10</b>	Me piden idear un circuito que me permita controlar un solo foco desde dos interruptores distintos.
<b>A12</b>	Juan puede encender y apagar el foco independientemente del lugar en que se encuentre (primer o segundo piso).
<b>A14</b>	El circuito estaba construido con los interruptores en serie, es decir conectados todos en el mismo flujo formando una sola corriente.
<b>A15</b>	Podemos pensar que la persona que instaló el circuito eléctrico, hizo malas conexiones, no utilizó el elemento de control o manipulación correcto (interruptores o conmutadores) o la energía eléctrica que llega a su casa es demasiado baja.

*Nota:* Extraído de los informes de los futuros docentes.

En la Tabla 11, se pueden evidenciar diferentes niveles de comprensión, por ejemplo, los futuros docentes A01, A10, A12 hacen referencia al hecho de que deben armar un circuito que pueda controlar una bombilla desde dos puntos, el futuro docente A14 lo plantea en forma de hipótesis y menciona que los interruptores están en serie por ello la corriente va por un mismo flujo y el futuro docente A15 hipotetiza que el origen del problema es la mala conexión e intensidad de corriente.

- Resultados de la tercera categoría: Realizan preguntas que guían su marco conceptual.

La tercera categoría, está formada por 2 futuros docentes (A17 y A18) que corresponden al 11.1 % del total de la muestra, demuestran su comprensión de la situación a modo de preguntas sobre conceptos que desconocen y que serán abordadas en su marco conceptual. En la Tabla 12, se muestra los casos que corresponden a esta categoría.

**Tabla 12**

*Ejemplificación de la comprensión de la situación problemática mediante preguntas que guían su marco conceptual realizadas por los futuros docentes*

<b>Cód.</b>	<b>Preguntas que abordará directamente en el marco conceptual</b>
<b>A17</b>	¿Qué tipo de interruptor de dos o tres vías, permite que se pueda encender y apagar sin problema el foco de una escalera que se maneja con dos interruptores?
<b>A18</b>	De esta manera se plantea las siguientes preguntas: ¿Qué tipo de circuito eléctrico está presente en la escalera? ¿Qué componente del circuito eléctrico presente en la escalera está fallando? ¿Qué cambios requerirá el circuito eléctrico para que este funcione?

*Nota:* Extraído de los informes de los futuros docentes.

En la Tabla 12, se muestra como el futuro docente A17 buscará la respuesta cuando desarrolle el marco conceptual, en esta línea, su pregunta se refiere al uso del interruptor de dos o tres vías. En cambio, para el futuro docente A18, lo más importante es saber qué tipo de circuito se usa en las escaleras, los componentes y los cambios necesarios para la solución de la situación.

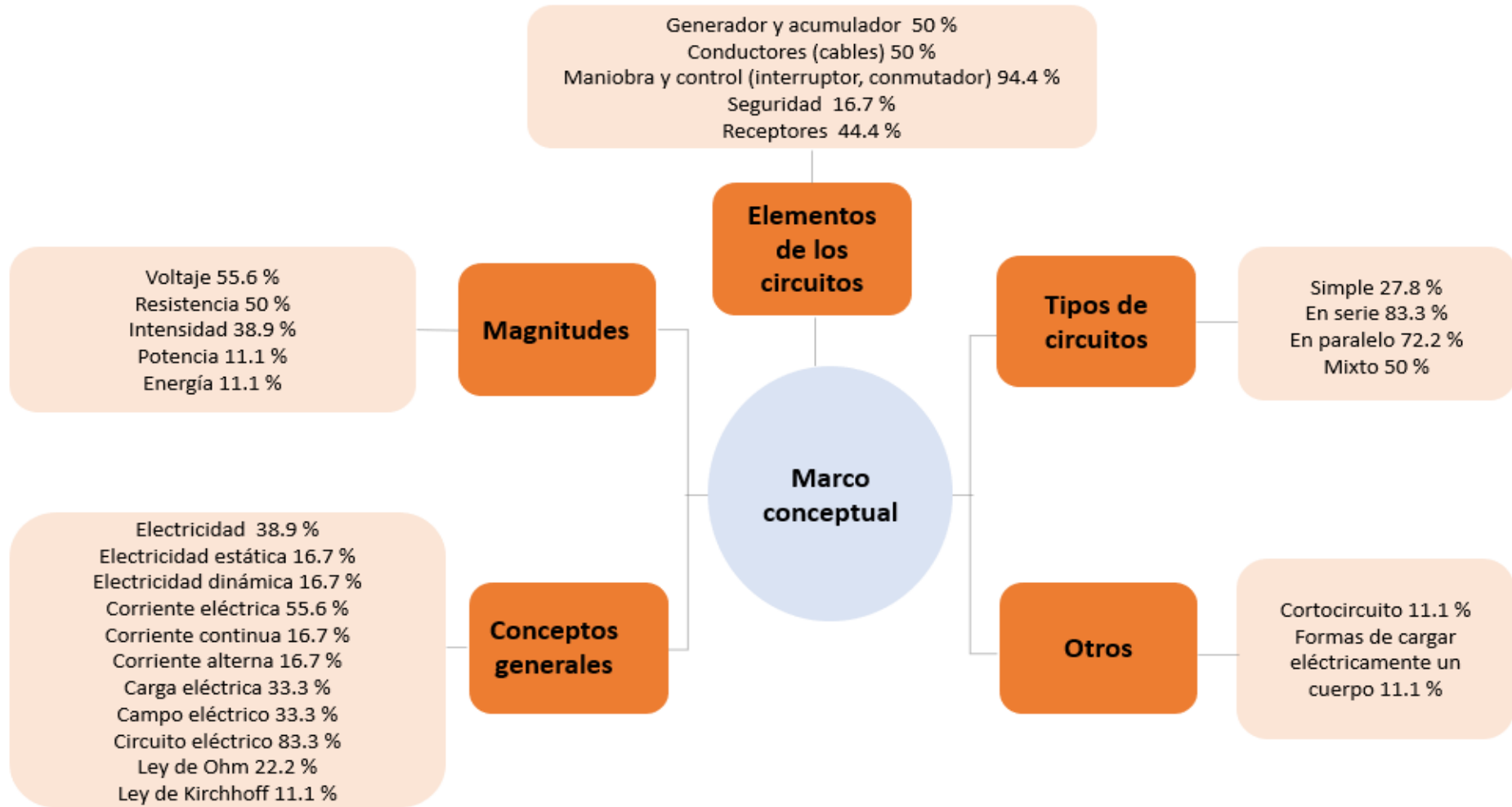
- Resultados de la cuarta categoría: No comprenden la situación problemática.

Finalmente, mediante el análisis de los informes, se encontró que 2 futuros docentes (A05 y A06) que corresponden al 11.1 % de la muestra, no comprenden la situación debido a que solo se limitan a parafrasear. Por ejemplo, el futuro docente A05 menciona que “el problema presentado consiste en que un estudiante, llamado Juan tiene una bombilla en la escalera de su casa, para encenderla tiene dos interruptores uno que se oprime para subir y uno que se oprime para bajar, pero no todas las veces funciona”. Es decir, solo cambian algunas frases de la situación planteada, es por esta razón que se cataloga que no comprenden la situación problemática.

**4.1.1.2 Marco conceptual.** Del análisis de contenido realizado de los informes que corresponden a la fase 1 de la MRPI se han encontrado conceptos, los mismos que se han agrupado en cinco categorías las cuales se muestran en la Figura 26, en la misma se detallan los porcentajes de las conceptualizaciones realizadas por los futuros docentes en cada una de las categorías. La primera (conceptos generales) refiere a conceptos que involucran el fenómeno de la electricidad; en la segunda categoría se detalla las magnitudes y refiere a los conceptos de voltaje, intensidad, resistencia, potencia y energía; en la tercera categoría se habla de los elementos de un circuito eléctrico que son generador, conductores, maniobra y control, seguridad y receptores; en la cuarta categoría se detallan los tipos de circuito tales como circuito simple, en serie, paralelo y mixto; finalmente la categoría que se refiere a otros en la que se ubican los conceptos de cortocircuito y cargar eléctricamente un cuerpo.

**Figura 26**

*Categorías de los conceptos que evidencian en sus informes los futuros docentes*



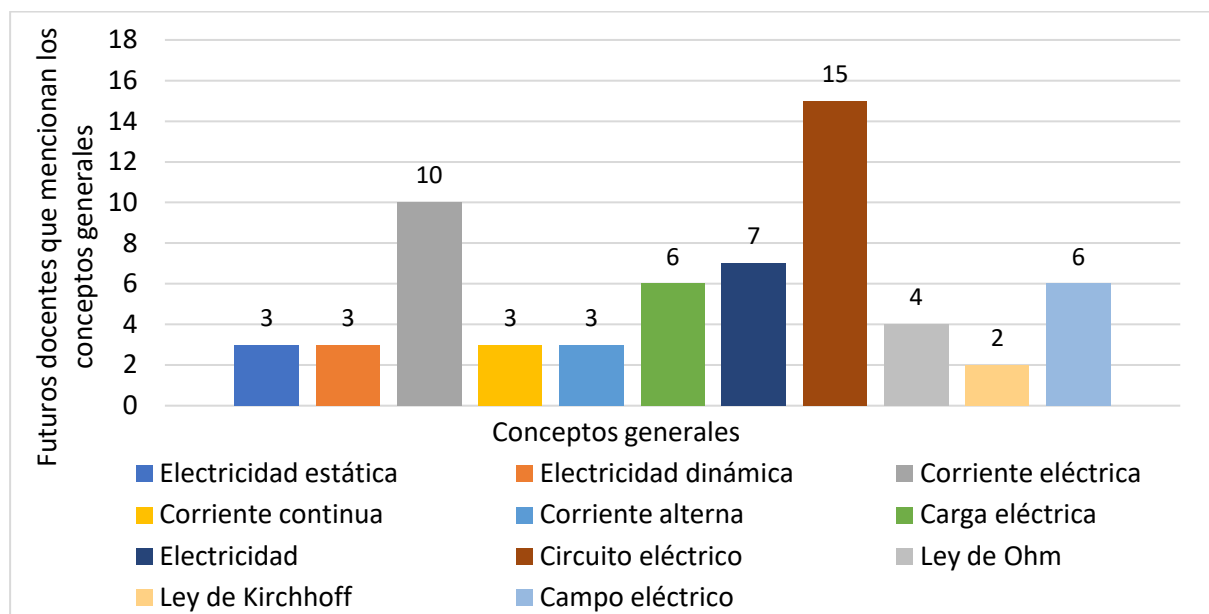
*Nota:* Elaboración Propia.

A continuación, se abordarán por categorías los conceptos mencionados en los informes realizados por los participantes de la investigación.

**4.1.1.2.1 Conceptos Generales.** En la revisión se ha evidenciado que existen conceptos generales que no son ajenos al tema de circuitos, los cuales se detallan en la Figura 27.

**Figura 27**

*Futuros docentes que mencionan los conceptos generales en su marco conceptual*



*Nota:* Elaboración Propia.

En la Figura 27, se muestra el concepto electricidad y los conceptos que se vinculan a la misma. El primero a analizar es el concepto de electricidad porque es el que engloba a todos los demás, son 7 futuros docentes que mencionan este término y equivale a un 38.9 % de la muestra. Asimismo, se puede observar dentro de los conceptos, que se explica los tipos de electricidad estática y dinámica, estos dos conceptos lo definen 3 futuros docentes que corresponden al 16.7 % de la muestra respectivamente. Posteriormente se habla de la corriente eléctrica, dicho concepto lo han desarrollado 10 futuros docentes con un porcentaje de 55.6% y es uno de los más sobresalientes, siguiendo esa línea de conceptos se habla de los tipos de corriente eléctrica, esto se refiere a corriente continua y alterna, de toda la muestra, solo 3 futuros docentes mencionan cada uno de estos conceptos que equivale al 16.7 % respectivamente. Los futuros docentes también definen el concepto de carga eléctrica, dicho concepto lo mencionan 6 y que corresponde al 33.3 % de la muestra. Además, 6 futuros docentes explican el concepto de campo eléctrico esto equivale al 33.3 % de la muestra.

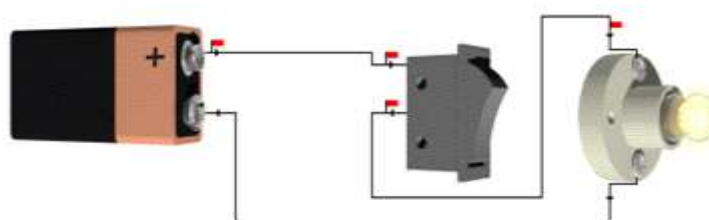
En los informes también se evidencian los conceptos y parte de la teoría de las leyes de Ohm y Kirchhoff. Respecto a la Ley de Ohm, 4 futuros docentes del total de la muestra (A03, A04, A15 y A16) que equivale al 22.2 % lo consideran en su marco conceptual. Por la otra parte, solo 2 futuros docentes (A15 y A16) que corresponden al 11.1 %, abordan la Ley de Kirchhoff.

Asimismo, 15 futuros docentes definen el concepto de circuito y representan el 83.3 %. A continuación, se ejemplificará el concepto de circuito eléctrico más resaltante realizado por un futuro docente.

Para el futuro docente A06, un circuito eléctrico es la “asociación o agrupación de materiales eléctricos que tienen como finalidad llevar la energía eléctrica de un punto hacia otro” y lo representa como se muestra en la Figura 28, usando el software Crocodile Clips para elaborar su esquema.

**Figura 28**

*Ejemplo de circuito eléctrico realizado por un futuro docente en el software Crocodile Clips*

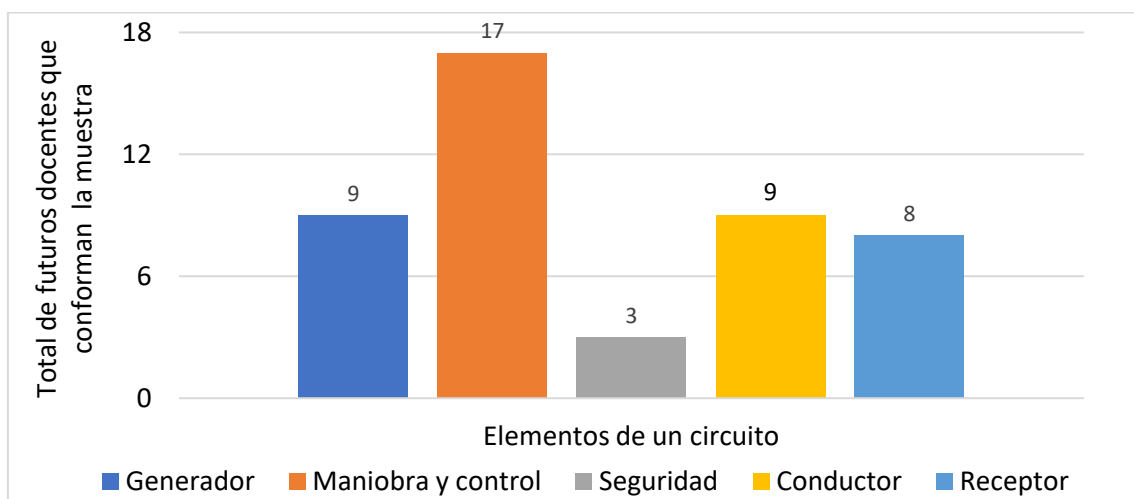


*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A06.

**4.1.1.2.2 Elementos del circuito eléctrico.** Respecto a la segunda categoría, corresponde abordar los elementos de un circuito (generadores y acumuladores, maniobra y control, seguridad, conductor y receptor) los mismos que se han mencionado anteriormente en la Figura 26:

**Figura 29**

*Cantidad de futuros docentes que describen los elementos de un circuito*



*Nota:* Elaboración propia.

En la Figura 29, se puede observar que 17 futuros docentes que representan el 94.4 % de la muestra, consideran los elementos de maniobra y control (interruptor y conmutador unipolar, bipolar, pulsadores). Es importante mencionar que el futuro docente A18 refiere a circuito conmutado, es por esta razón que no se considera dentro de este grupo.

De otra parte, 9 futuros docentes que corresponden al 50 % han considerado los elementos acumuladores (pila y baterías) y generadores (motor, dinamos), del mismo modo sucede con los

elementos conductores donde el 50 % de futuros docentes lo consideran en sus informes. Además, se observa que los elementos receptores son mencionados por 8 futuros docentes, lo que constituye el 44.4 %. Finalmente, los elementos de seguridad que son los menos mencionados pues solo 3 futuros docentes lo consideran y estos representan el 16.7 % de la muestra.

Es importante mencionar, que los futuros docentes realizan diferentes ejemplificaciones de los elementos de un circuito, se ha considerado oportuno realizar un análisis más detallado en el cual se muestren los elementos mencionados por cada futuro docente como se especifica en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Elementos de los circuitos eléctricos que mencionan los futuros docentes*

<b>Cód.</b>	<b>Acumulador y generador</b>	<b>Maniobra y control</b>	<b>Seguridad</b>	<b>Conduc tor</b>	<b>Receptor</b>
A01	Pila	Interruptor y conmutadores	NC	Cable	Bombilla
A02	NC	Conmutador	NC	Cables	Bombilla y motor
A03	NC	Interruptor y conmutadores	NC	NC	NC
A04	NC	Interruptor y conmutadores	NC	NC	NC
A05	NC	Interruptor	NC	NC	NC
A06	NC	Interruptor	NC	Cables	NC
A07	Batería	Interruptor y conmutadores	Fusibles	Cables	Bombillas
A08	Batería	Interruptor y conmutadores	Fusibles	Cables	Bombillas
A09	Dínamos	Interruptores	Fusibles	Cables	Bombillas
A10	NC	Interruptor	NC	NC	NC
A11	NC	Interruptor	NC	NC	NC
A12	Pila y batería	Interruptor y conmutador	NC	NC	Bombillas
A13	Pila y batería	Interruptor y conmutador	NC	NC	Bombillas
A14	Batería	Interruptor de dos o tres salidas (conmutador)	NC	Cables	Bombillas
A15	Pilas y baterías	Interruptor, conmutador unipolar.	NC	Cables	NC
A16	Pilas y baterías	Interruptor conmutador unipolar.	NC	Cables	NC
A17	NC	Interruptor de tres vías (conmutador)	NC	NC	NC
A18	NC	NC	NC	NC	NC

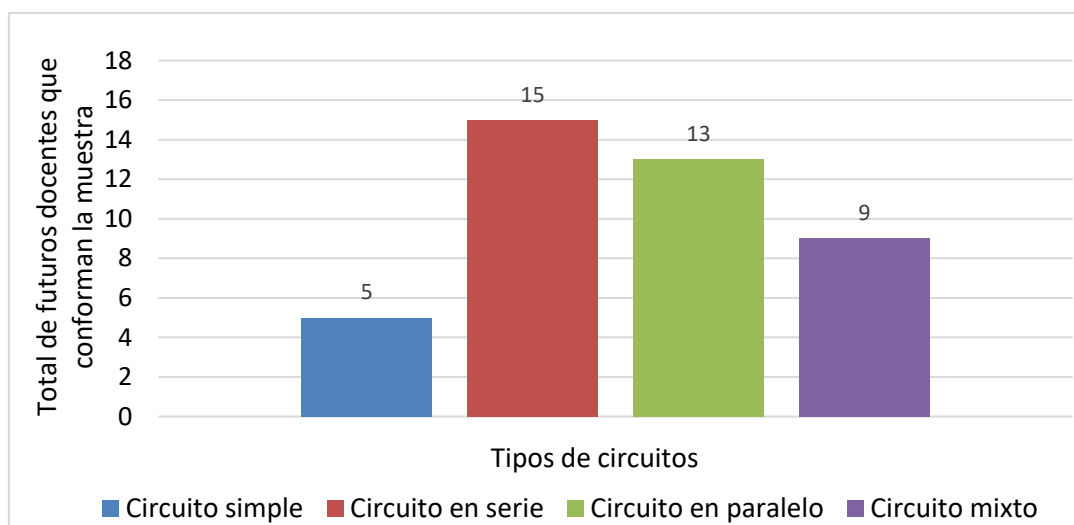
*Nota:* Se usan las siguientes abreviaturas: No considera el concepto en su marco teórico (NC) y considera el concepto, pero no menciona el ejemplo (NM).

Con respecto a los elementos de un circuito, los futuros docentes definen los elementos, pero no ejemplifican y si lo hacen, los ejemplos más usados son los básicos como: pilas y baterías (acumuladores), interruptor y conmutador unipolar (maniobra y control), fusible y aislantes (seguridad), cables (conductores) y bombillas o focos (receptores). Además, los futuros docentes han dado más importancia a los elementos de maniobra y control, ya que 17 futuros docentes los mencionan en sus informes, tal como se muestra en la Figura 29 y la Tabla 13. Cabe resaltar, que dentro de los elementos de maniobra y control se deberían mencionar a los conmutadores, a los que algunos futuros docentes denominan interruptor de tres vías, dicho elemento es relevante, ya que sin el, no podrán dar solución a la situación problemática.

**4.1.1.2.3 Tipos de circuitos eléctricos.** Sobre los tipos de circuitos, de los 18 futuros docentes que conforman la muestra, se evidencia que 5 futuros docentes que representa al 27.8 % hacen mención del circuito simple, 15 futuros docentes que representan el 83.3% hablan sobre circuito en serie, 13 futuros docentes que corresponden al 72.2 % hacen mención del circuito en paralelo y solo 9 futuros docentes que corresponden al 50 % resaltan al circuito mixto como muestra la Figura 30.

**Figura 30**

*Cantidad de futuros docentes que consideran los tipos de circuitos en su marco conceptual*



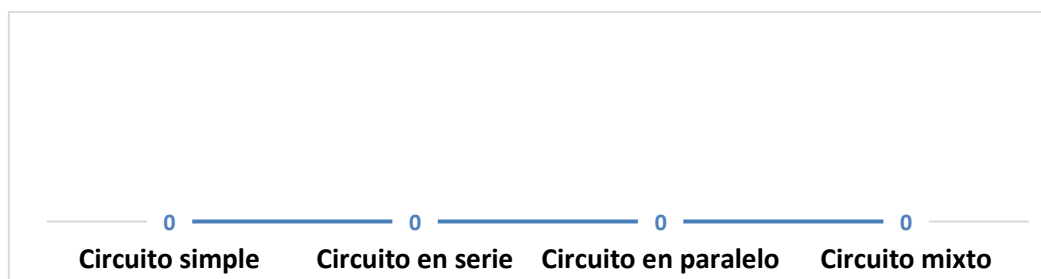
*Nota:* Elaboración propia.

De la Figura 30, se puede concluir que los circuitos en serie y paralelo son los más comentados, las razones podrían ser porque se encuentra más información de ellos o porque son los más considerados por diversos autores en sus investigaciones, un análisis más riguroso llevaría a buscar una respuesta a la siguiente pregunta ¿Qué tipos de circuitos eléctricos consideran cada futuro docente? Por ello, con la finalidad de dar respuesta, se han analizado los informes buscando los patrones que se deriven de estas, es así que se han encontrado 5 patrones (que se denominarán patrón 0, 1, 2, 3 y 4) los que se detallan a continuación.

En la Figura 31 se puede observar el patrón 0 que es generado por las menciones que realizan los futuros docentes sobre los tipos de circuitos, el mismo que se ha generado porque los futuros docentes A09, A17 y A18 no consideran ningún tipo de circuito en su marco conceptual.

**Figura 31**

*Patrón 0 generado por los futuros docentes cuando no mencionan los tipos de circuitos*

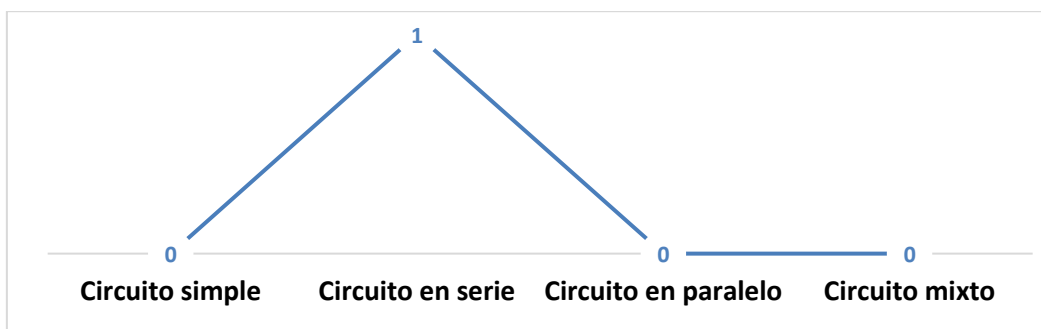


*Nota:* Elaboración propia.

En la Figura 32, se puede evidenciar el patrón 1, este patrón se forma porque los futuros docentes (A12 y A13) solo consideran en su marco conceptual un tipo de circuito en este caso solo refieren al circuito en serie.

**Figura 32**

*Patrón 1 generado por los futuros docentes cuando mencionan a un tipo de circuito*

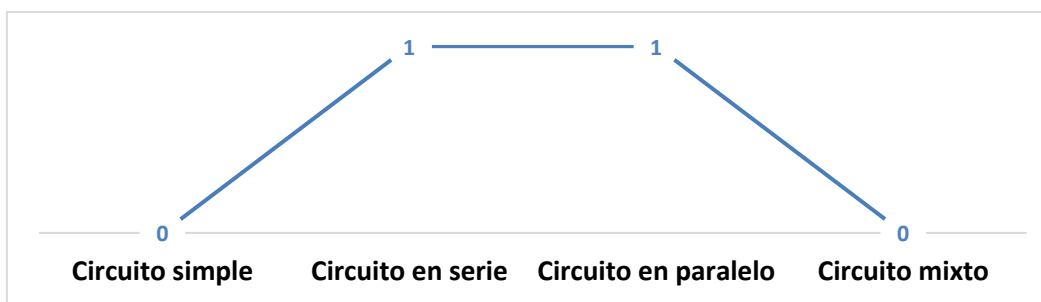


*Nota:* Elaboración propia.

El patrón 2 que se muestra en la Figura 33, se genera debido a que los futuros docentes (A01, A03, A04 y A14) consideran en su marco conceptual dos tipos de circuitos, en serie y paralelo.

**Figura 33**

*Patrón 2 generado por los futuros docentes cuando mencionan dos tipos de circuitos*

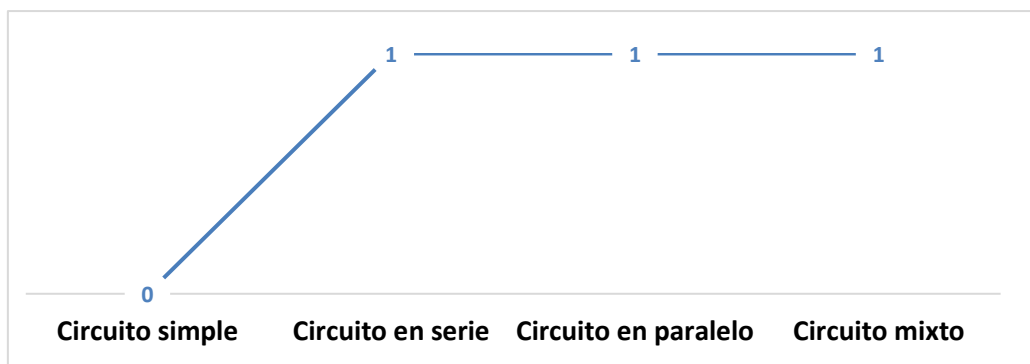


*Nota:* Elaboración propia.

El patrón 3 como se muestra en la Figura 34 se genera debido a que los futuros docentes (A02, A06, A07 y A08) refieren en su marco conceptual 3 tipos de circuito serie, paralelo y mixto.

**Figura 34**

*Patrón 3 generado por los futuros docentes cuando mencionan tres tipos de circuitos*

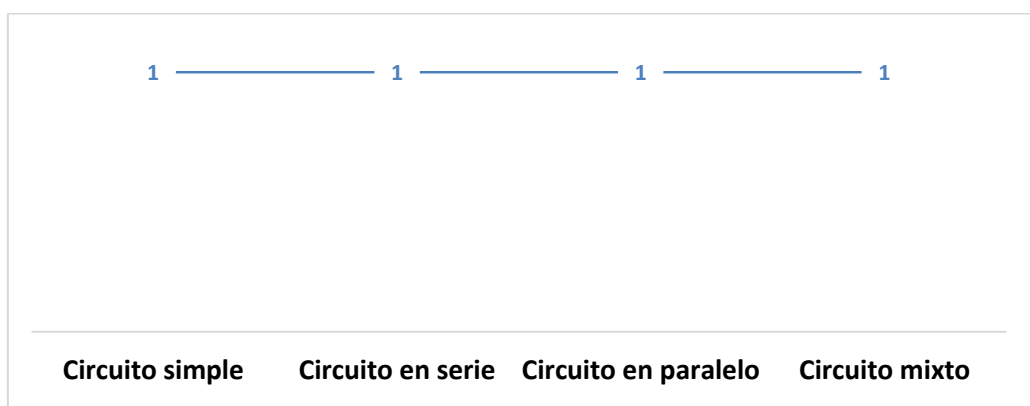


*Nota:* Elaboración propia.

El patrón 4 como se visualiza en la Figura 35, muestra que los futuros docentes (A05, A10, A11, A15 y A16) consideran en su marco conceptual los cuatro tipos de circuitos simple, serie, paralelo y mixto.

**Figura 35**

*Patrón 4 generado por los futuros docentes cuando mencionan cuatro tipos de circuitos*



*Nota:* Elaboración propia.

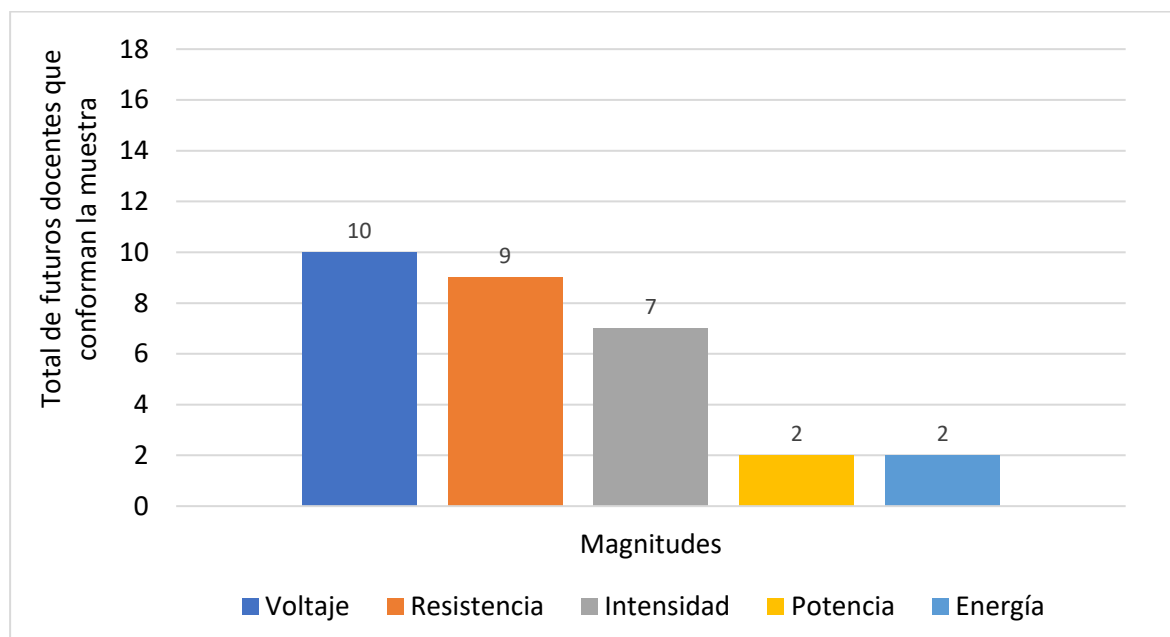
En los patrones mostrados anteriormente (Figuras 31 y 32) se ha podido detallar que existen 3 futuros docentes que no mencionan ningún tipo de circuito (patrón 0) y 2 futuros docentes que solo mencionan el circuito en serie (patrón 1) y que representan el 27.8 % de la muestra. Esto demuestra deficiencias en el marco conceptual, debido a que es necesario tener conocimientos sobre el circuito en paralelo para la solución de la situación problemática.

**4.1.1.2.4 Magnitudes.** Otro aspecto relevante en el análisis de los informes son las magnitudes que se han considerado, cabe mencionar que las magnitudes son: Voltaje, resistencia, intensidad, potencia y energía. El concepto de voltaje ha sido mencionado por 10 futuros docentes que representan el 55.6 % del total de la muestra, al concepto de resistencia se refieren 9 futuros docentes

que conforman un 50 % de la muestra, el término intensidad solo hacen alusión 7 futuros docentes perteneciendo al 38.9 % del total de la muestra, los conceptos de potencia y energía son mencionados cada uno por dos futuros docentes que conforman el 11.1 % respectivamente, tal como se muestra en la Figura 36.

**Figura 36**

*Número de futuros docentes que consideran las magnitudes eléctricas*



*Nota:* Elaboración propia.

Es importante mencionar que las magnitudes más mencionadas por los futuros docentes son el voltaje, resistencia e intensidad relacionándose con la ley de Ohm, la misma que se ha descrito en los informes.

**4.1.1.2.5 Otros conceptos.** Finalmente, la categoría de otros conceptos agrupa a aquellos que se caracterizan por tener relación con el fenómeno de la electricidad, sin embargo, no se consideran imprescindibles conocerlos para lograr la solución de la situación problemática. Dos futuros docentes hacen alusión a cortocircuito, a la vez hipotetizan sobre la situación problemática que debido a este fenómeno Juan tiene problemas para encender el foco en la escalera. Por otra parte, 2 futuros docentes mencionan a los métodos para cargar la materia (fricción, contacto e inducción).

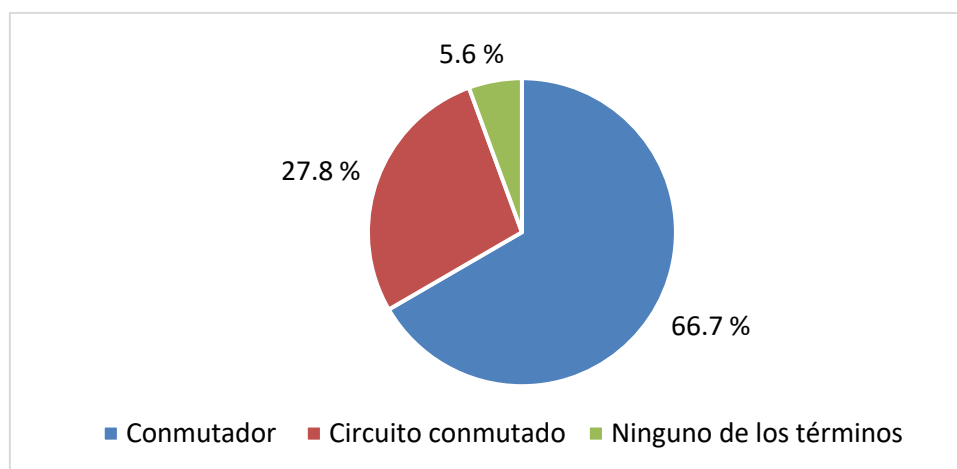
Para cerrar esta primera fase, en los siguientes puntos, se abordará los conceptos que se deberían conocer para solucionar la situación problemática y los conceptos más mencionados por parte de los futuros docentes los mismos que ayudarán a identificar los problemas en la solución de la situación problemática planteada.

**4.1.1.2.6 Conceptos claves en la solución de la situación problemática.** Es importante mencionar que el concepto más relevante para la resolución de la situación es el término

“conmutador”, esto se debe a que el error dentro de la instalación propuesta es el interruptor y tiene que ser reemplazado por un conmutador. Sin embargo, al analizar el marco conceptual, los futuros docentes han investigado y definido los conceptos de conmutador y circuito conmutado que están estrictamente relacionados debido a que cuando se habla de conmutador es “elemento de maniobra” y cuando se habla de circuito conmutado “se refiere específicamente a la instalación del circuito usando los conmutadores”. A partir del análisis de los informes presentados, 12 futuros docentes que representan el 66.7 % del total de la muestra han considerado el concepto de conmutador o, como algunos futuros docentes lo denominan, interruptores de tres vías (Tabla 13). Por otra parte, 5 futuros docentes que representan el 27.8 % señalan el término “circuito conmutado”. Por ejemplo, el futuro docente A18 argumenta que “el circuito conmutado desde dos puntos se caracteriza porque podemos encender o activar un receptor desde 2 sitios diferentes” en otras palabras contextualizando a la situación problemática dichos puntos es al comienzo de la escalera y al final de la escalera. Además, se puede observar que el futuro docente A05 no menciona ninguno de los dos términos.

### Figura 37

*Porcentaje de futuros docentes que mencionan los conceptos claves en la solución de la situación problemática*



*Nota:* La sumatoria de los datos no es igual al 100% debido al factor de la aproximación a las décimas.

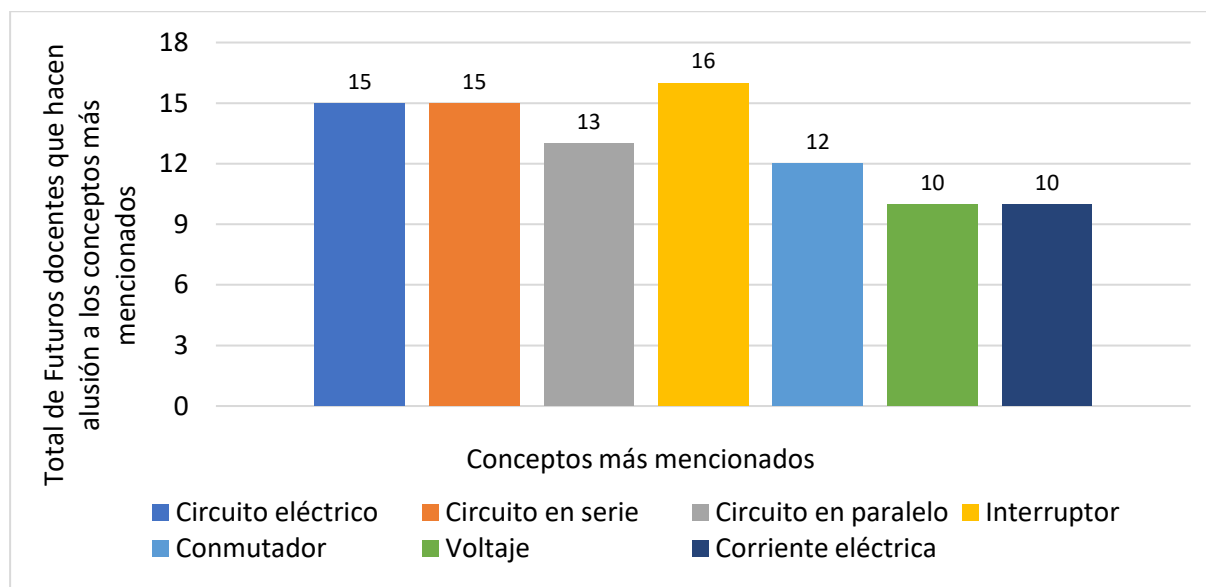
En la Figura 37, se puede observar que el 94.4 % que corresponde a 17 futuros docentes hacen referencia a los términos claves (circuito conmutado y conmutador), esto conlleva a que, en el marco conceptual, si se ha investigado acerca del fenómeno que se aborda en la situación problemática, facilitando el diseño de la propuesta de solución y la solución de la misma. Por otra parte, se observa que el futuro docente A05 que representa al 5.6 % de la muestra, no menciona ninguno de estos términos, la causa de ello podría ser porque considera irrelevante en la solución de la situación o porque conoce este término y ya no considera necesario mencionarlo en su marco conceptual o en el peor de los casos si no ha mencionado este término, puede que no logre solucionar la situación

problemática ya que este concepto es relevante mencionarlo y saber su función para dar solución a la misma.

**4.1.1.2.7 ¿Qué conceptos son los más mencionados en los informes?** En esta parte de la investigación se aborda los conceptos que han sido mencionados por más del 50 % de futuros docentes dentro del marco conceptual, los mismos que se detallan en la Figura 38.

**Figura 38**

*Conceptos más mencionados por los futuros docentes en el marco conceptual*



*Nota:* Elaboración propia.

En la Figura 38, se visualiza que 15 futuros docentes de la muestra mencionan el concepto de circuito eléctrico y representan un total del 83.3 %. También se encuentra que el 83.3 % refieren al circuito en serie y un 72.2 % del circuito en paralelo, esto corresponde a 15 y 13 futuros docentes respectivamente. Sobre los elementos de un circuito eléctrico en específico los de maniobra y control, son incluidos por 17 futuros docentes que corresponden al 94.4 % de la muestra (Ver Figura 26 y 29); un análisis de cada elemento muestra que: 16 futuros docentes mencionan al interruptor y 12 futuros docentes consideran al conmutador en su marco conceptual.

Sobre los conceptos de voltaje y corriente eléctrica han sido mencionados por 10 futuros docentes que representan al 55.6 % de la muestra.

#### **4.1.2. Resultados de la fase 2**

La fase 2 que corresponde a la emisión de hipótesis, fue trabajada en clase y los futuros docentes estuvieron en salas de reuniones de grupos reducidos, con el objetivo de explicarle a la profesora de la asignatura los avances que tenían en el trabajo. En la presente investigación no se han tomado en cuenta como parte del resultado final, debido a que no todos los alumnos solicitaron el andamiaje de la profesora y además con el objeto de abreviar el informe final de los alumnos se dejó que estos de manera opcional lo incluyeran en su informe final.

A continuación, se recogerán algunos de los modelos de las hipótesis planteadas de manera descriptiva, las cuáles han sido extraídas tanto del informe final como de las grabaciones realizadas en las salas de reuniones reducidas habilitadas a través de Zoom. Esta fase no será cuantificada ya que no se cuenta con la información completa y adecuada para realizarla.

**Categoría H1:** Las hipótesis están orientadas a algún desperfecto en el funcionamiento del circuito, a manera de ilustración se hace referencia a la hipótesis planteada por el futuro docente A01: “Juan tiene un problema con los interruptores del circuito eléctrico instalado para alumbrar las escaleras de su casa, estos no están cumpliendo eficazmente su función. Se desconoce la causa que podría estar produciendo el problema, pero de forma general se podría hipotetizar en que las causas podrían estar en el diseño del circuito eléctrico o, así como en el funcionamiento de sus elementos.” De la misma manera, el futuro docente A09 hipotetiza que el problema puede ser porque el interruptor presenta fallas, el cable está deteriorado o se rompió y la mala conexión entre cable e interruptor.

**Categoría H2:** Las hipótesis sugieren el cambio del tipo de interruptores. Con el objeto de ejemplificar la segunda categoría se hará referencia a la hipótesis planteada por el futuro docente A6: “Al cambiar el circuito eléctrico simple por uno conmutado, se podrá controlar el encendido y apagado desde dos puntos diferentes, en este caso desde debajo de la escalera y el punto superior de la misma”. Del mismo modo, el futuro docente A17 menciona que “Emplear el interruptor con dos vías permitirá que se pueda encender y apagar con mayor facilidad el foco de la escalera”.

**Categoría H3:** Las hipótesis deben modificarse para lograr un diseño experimental correcto, se sugiere a través del andamiaje una mejor evaluación del marco conceptual. Se les invita a probar las hipótesis y a profundizar en el tema. Para ejemplificar esta categoría se muestra la hipótesis del futuro docente A05, el mismo que menciona que “La luz de la escalera de Juan presenta ese problema porque la conexión que se ha hecho no es la apropiada”. Esta hipótesis es muy general y se plantea que profundice y focalice su respuesta.

#### **4.1.3 Resultados de la fase 3**

En esta parte de la investigación, que corresponde a la fase 3 se analizarán qué estrategias usaron los futuros docentes para resolver la situación propuesta.

Se realiza el análisis de contenido a partir de las preguntas:

- ¿Qué plantearon medir los futuros docentes?
- ¿Qué materiales necesitaron para su elaboración?
- ¿Qué criterios usaron para usar el software?
- ¿Cuántos usaron software? ¿cuántos usaron material real? y finalmente,
- ¿Cuál fue su propuesta de solución?

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

**4.1.3.1 ¿Qué plantearon medir los futuros docentes?** Los futuros docentes mencionan que quieren comprobar si el circuito funciona con el encendido y apagado de las bombillas desde dos puntos del circuito, este planteamiento se ha reflejado en el 83.3 % que corresponde a 15 futuros docentes de la muestra. A modo de ejemplo, los planteamientos que realizan los futuros docentes se ilustran en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Ejemplificación del planteamiento de los futuros docentes respecto a lo que van a medir*

<b>Cód.</b>	<b>Planteamiento de lo que van a medir</b>
<b>A02</b>	Se va a verificar si el circuito en paralelo funciona para encender y apagar un foco desde dos interruptores conmutadores.
<b>A03</b>	"Apagar y encender el foco desde dos puntos distintos, los interruptores funcionan independientemente"
<b>A15</b>	Observaremos que circuito permite que el foco se encienda o se apague por medio de dos interruptores.

Nota: Extraído de los informes de los futuros docentes.

Como se evidencia en la Tabla 14, los futuros docentes manifiestan que observar si enciende y se apaga el circuito desde dos puntos es la solución de la situación problemática, además se verifica que proponen el uso de conmutadores en los dos puntos desde donde se realizará las funciones de apagar y encender el foco. Por otra parte, 3 futuros docentes que corresponde al 16.7 % de la muestra, no especifican lo que van a medir u observar.

**4.1.3.2 ¿Qué materiales necesitaron en la elaboración de su diseño?** Se puede evidenciar que los futuros docentes plantean diseños para ser elaborados con softwares y otros con material real.

En los dos casos, los futuros docentes afirman que se necesitarán generadores o acumuladores, cables, foco y dos conmutadores. Un detalle importante es que los futuros docentes no especifican que es un conmutador unipolar, por otro lado, existen algunos futuros docentes que denominan a los conmutadores unipolares de diversas maneras como, "interruptor de tres vías o interruptor de tres salidas" (A01) "interruptor conmutador" (A02, A03 y A04) e "interruptores de tres contactos" (A6 y A14). Por otro lado, existe un caso del futuro docente A05 que menciona que no usará conmutadores en su diseño.

En el caso del circuito realizado con material real, se encontraron los siguientes resultados: El futuro docente A6 menciona que necesita: cables, interruptores de tres contactos, base del foco, caja para sostener interruptores, foco led, desarmador, alicates. De la misma manera, el futuro docente A9 menciona el uso de "una bombilla, dos interruptores, cables, tijera, sócate, generador de energía".

**4.1.3.3 Criterios que tomaron en cuenta los futuros docentes para elegir un software.** Los futuros docentes establecieron algunos criterios que les permitió elegir el software, tal como se muestra en la Tabla 15. Cabe mencionar que existen 6 futuros docentes (A02, A05, A06, A09, A14 y A17) que representan el 33.3 % de la muestra que solo eligieron el software y no argumentaron el por qué, de su elección.

**Tabla 15**

*Criterios que establecen los futuros docentes para el uso del software*

Criterios	Futuros docentes que establecen criterios				No menciona
	Software gratis	Idioma	Dominio del software	Elementos requeridos	
Número de futuros docentes en función al criterio*	2	1	3	12	6
Porcentaje en función al criterio y la muestra	11.1 %	5.6 %	16.7 %	66.7 %	33.3 %
Total			12		6
Porcentaje			66.7 %		33.3 %

*Nota:* \*Un futuro docente puede establecer más de un criterio.

Basándose en la Tabla 15, se puede afirmar que son 12 futuros docentes que establecen criterios y equivale al 66.7 % de la muestra. Los criterios que se mencionan son:

- El criterio de que “el software se puede descargar de forma gratuita”, hacen mención 2 futuros docentes que corresponden al 11.1 % de la muestra.
- El criterio que el idioma español esté en el aplicativo, solo un futuro docente hace referencia a este criterio, el mismo que equivale al 5.6 % de la muestra.
- Que el software sea fácil de aprender y usarlo, 3 futuros docentes consideran este criterio y representa un 16.7 % de la muestra.
- Los elementos que se requieran estén en el software, 12 futuros docentes que representan 66.7 % de la muestra lo mencionan.

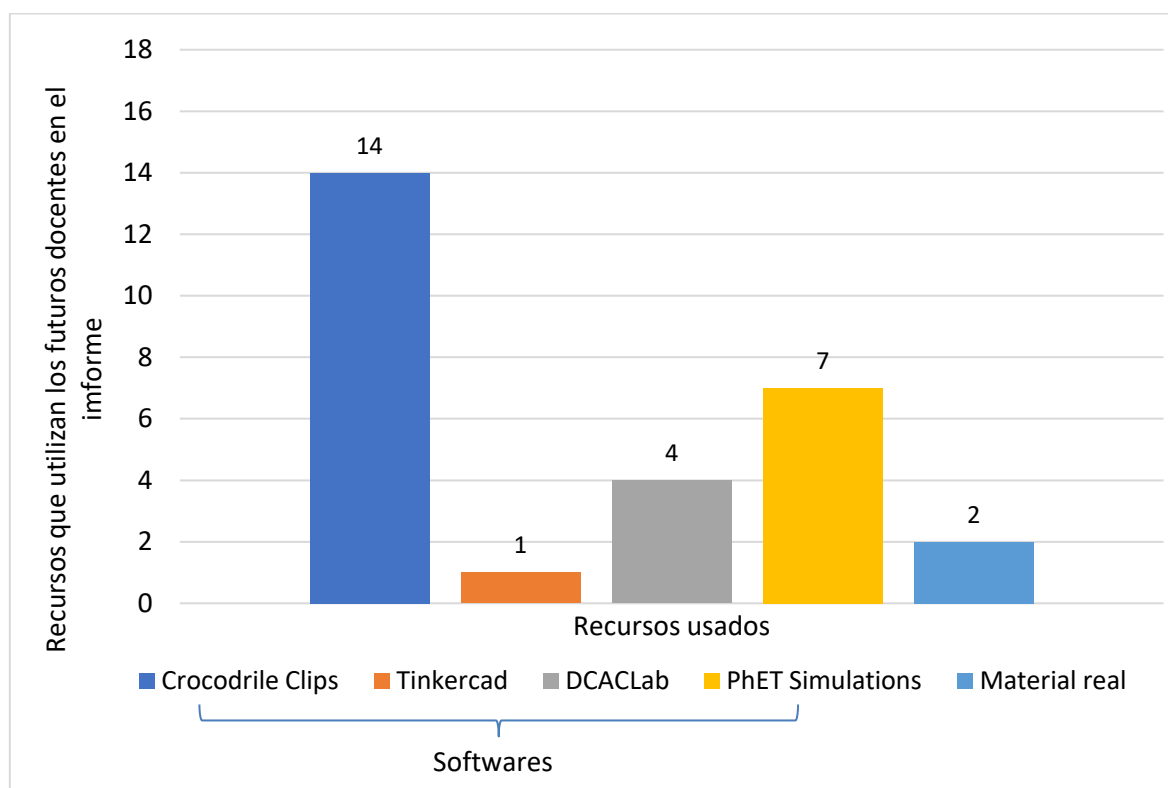
Asimismo, 6 futuros docentes no mencionan estos criterios que equivale al 33.3 % de la muestra.

**4.1.3.4 Recursos usados en la solución de la situación problemática.** En esta parte, se analizan los recursos que usaron los futuros docentes para la solución de la situación problemática ya sea software o material real. Cabe mencionar, que existen 4 futuros docentes (A02, A05, A17 y A18) que

usan un solo software y que representa el 22.2 % de la muestra. También, se ha encontrado que 12 futuros docentes (A01, A03, A04, A07, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15 y A16) que representan un 66.7 % de la muestra hacen uso de hasta cuatro softwares ya sea durante la redacción del informe o para probar el diseño experimental que resuelve la situación problemática planteada. Dos futuros docentes (A06 y A09) usan material real que representan el 11.1 %. Existe un caso de un futuro docente (A06) que resuelve la situación problemática usando material real y software. Sin embargo, es importante analizar qué recurso es más usado durante el proceso de solución de la situación problemática, para este fin se muestra la Figura 39.

**Figura 39**

*Recursos que usan los futuros docentes en la solución de la situación y en la redacción de los informes.*



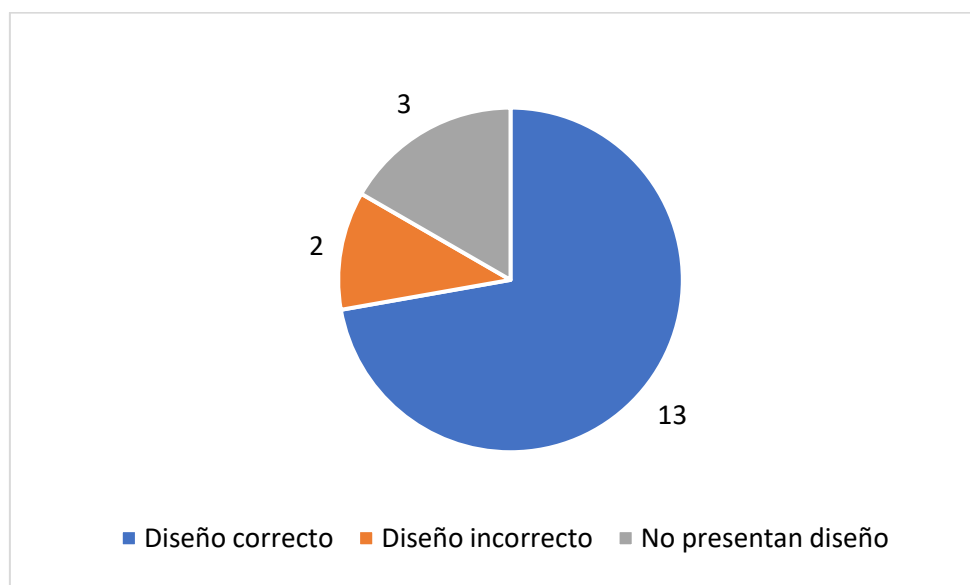
*Nota:* Los futuros docentes utilizan más de un software.

En la Figura 39, se muestra que 14 futuros docentes que representan el 77.8 % de la muestra, usan el software Crocodile Clips y lo convierte en el más empleado por los futuros docentes para realizar sus diseños y simulaciones. El software Tinkercad ha sido seleccionado por 1 futuro docente y corresponde al 5.6 % de la muestra. El software DCACLab fue usado por 4 futuros docentes que corresponden al 22.2 % de la muestra. El software PhET Simulations fue escogido por 7 futuros docentes que representan el 38.9 % de la muestra. Finalmente, de manera opcional los futuros docentes hicieron uso de material real, este recurso fue usado por 2 futuros docentes los mismos que representan 11.1 %.

**4.1.3.5 Posibles soluciones de la situación problemática.** Sobre el diseño de la posible solución de la situación problemática, a partir del análisis se identifica que 13 futuros docentes (A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 y A18) que representan al 72.2 % de la muestra realizan su diseño correcto, en otras palabras, el esquema llevará a funcionar el circuito y solucionar la situación problemática. Sin embargo, existen algunos detalles que no se puede pasar desapercibido como por ejemplo que los futuros docentes presentan errores de simbolización en sus esquemas del circuito eléctrico. Por otra parte, 2 futuros docentes (A15 y A16) que representan el 11.1 % de la muestra presentan errores en sus esquemas, es decir no va a funcionar lo que han propuesto. Asimismo, se observa que 3 futuros docentes (A05, A07 y A08) que representan el 16.7 % de la muestra no presentan diseño alguno, tal como se muestra en la Figura 40.

**Figura 40**

*Número de futuros docentes que presentan diseños y que no presentan diseños como posible solución a la situación problemática*



*Nota:* Diseño correcto significa que el diseño propuesto garantiza la solución de la situación problemática.

En la Figura 40, se muestra que 5 futuros docentes, que representan el 27.7 % del total de la muestra, presentan un diseño que no va a funcionar o no presentan diseño, es importante señalar que estos futuros docentes puede que no logren el desarrollo de la situación problemática.

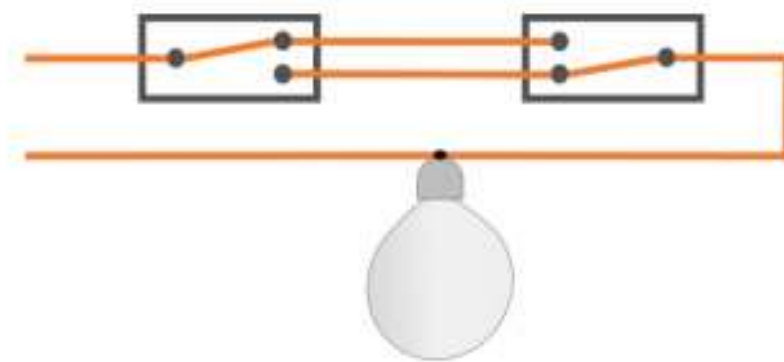
**4.1.3.5.1 Diseños que garantizan la solución de la situación problemática.** Respecto a los 13 futuros docentes que presentan diseños que garantizan el funcionamiento del circuito, consideran que el uso del conmutador es clave para la solución del problema, sin embargo, tienen errores en la

simbología y denominación de los elementos. A continuación, se muestra algunos ejemplos de estos diseños, cabe mencionar que todos los diseños que garantizan la solución tienen similares conexiones.

Los futuros docentes A01, A06, A09 y A18 especifican un diseño similar a los que se muestran en las Figuras 41 y 42, en los cuales se visualiza la falta de simbología propia de los circuitos y se puede evidenciar que no existe generador. En ambos casos, se considera un diseño correcto, porque tienen los conmutadores correctamente instalados en su esquema, además, responde a un contexto real porque lo plantea con el uso de corriente alterna. Es importante mencionar que, los futuros docentes en la fase 4 realizan su experimentación con softwares y usan acumuladores, en el caso de los futuros docentes A06 y A09 lo realizan usando material real para construir sus circuitos y se proponen conectar sus circuitos eléctricos a través de un enchufe a un tomacorriente de esta manera se sustituye las pilas o baterías y realizan un esquema más acorde con la situación problemática.

**Figura 41**

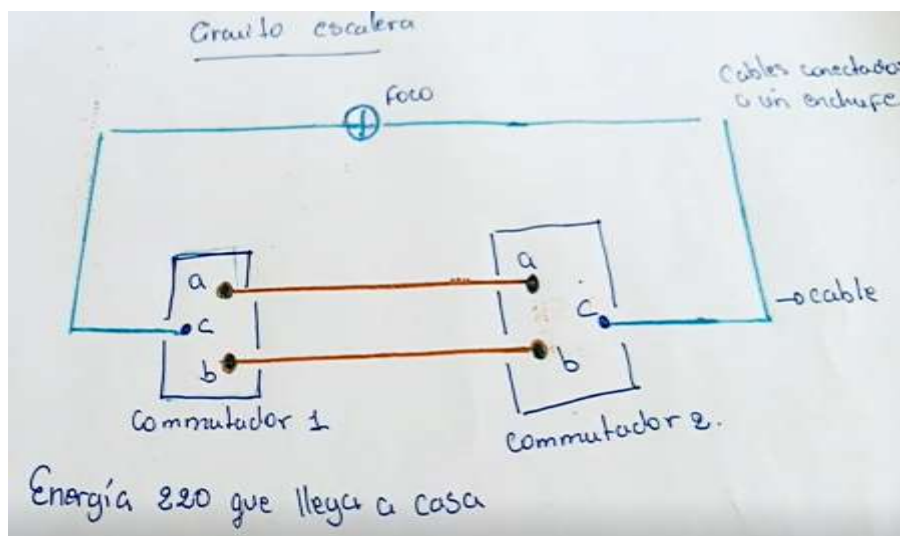
*Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A01*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A01.

**Figura 42**

*Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A09*

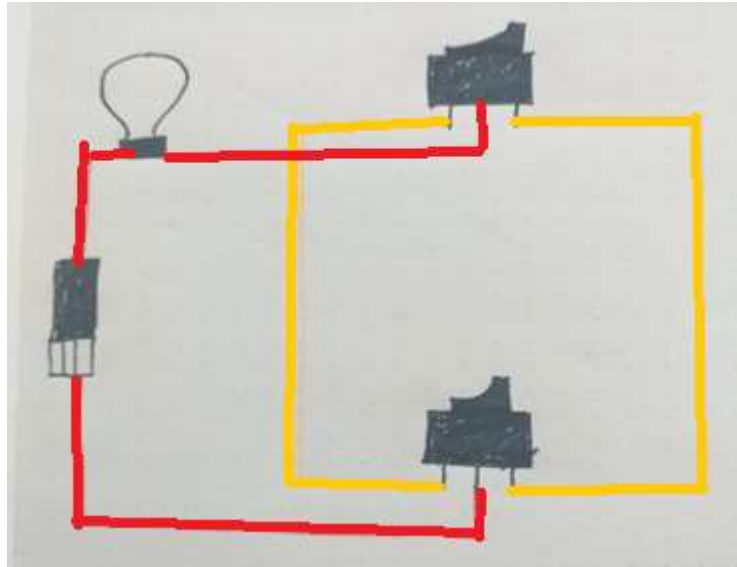


*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A09.

Los futuros docentes A03, A04, A10, A11, A12, A13 y A17 demuestran correctamente las conexiones de los conmutadores como se detallan en los ejemplos de las Figuras 43 y 44 que son representativos de lo que se aborda en estas líneas. Cabe mencionar que los futuros docentes plantean realizar su experimentación con los softwares, el error común es que no utilizan la simbología adecuada.

**Figura 43**

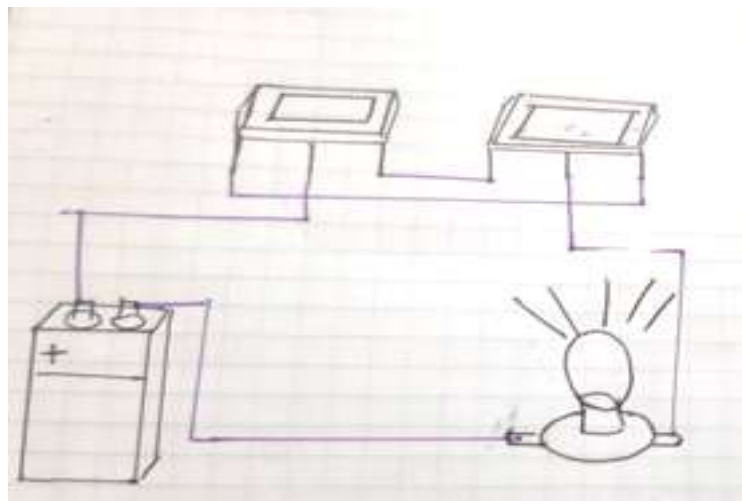
*Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A10.*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A10.

**Figura 44**

*Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A17*



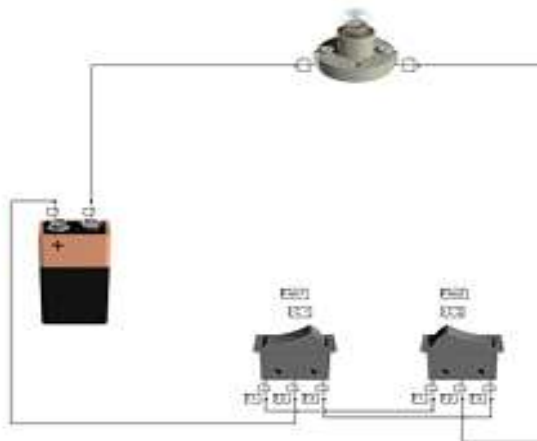
*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A10.

Los futuros docentes A02 y A14 realizan esquemas similares al que se muestra en la Figura 45 y se puede evidenciar que lo representan con ayuda del software Crocodile Clips. Es decir, los futuros docentes ya verificaron que software les permite realizar el diseño del esquema del circuito eléctrico

a diferencia de los otros que tienen que buscar el software que les permitirá realizar mejor el esquema planteado, además, los futuros docentes realizarán su experimentación en el mismo software.

#### Figura 45

*Diseño que garantiza la solución de la situación problemática planteada por el futuro docente A02*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A02.

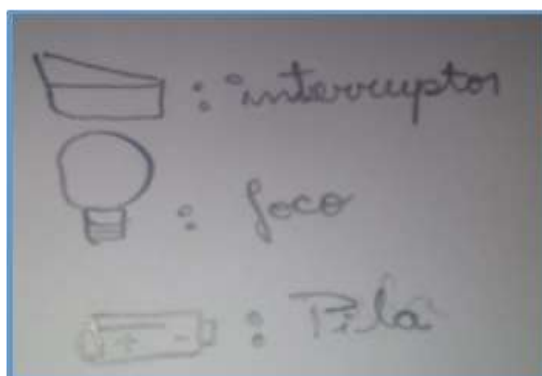
Como se evidencia en los tres grupos mencionados anteriormente, los futuros docentes tienen errores de simbolización, el error más frecuente que se ha encontrado en el análisis de los informes es que denominan interruptor al conmutador unipolar. Sin embargo, el diseño sí garantiza el funcionamiento y la solución de la situación problemática.

**4.1.3.5.2 Diseños que no garantizan la solución de la situación problemática.** Los 2 diseños que no garantizan su funcionamiento son casos parecidos, usan interruptores en su diseño, debieron considerar el uso de conmutadores. Se evidencia que a los futuros docentes (A15 y A16) les falta identificar el uso del conmutador y su instalación. A continuación, se presenta el caso:

El futuro docente A15 realiza su propia simbología como se visualiza en la Figura 46. Además, plantea dos diseños como posible solución en el cual se detalla dos interruptores conectados en serie y paralelo como se muestra en la Figura 47.

#### Figura 46

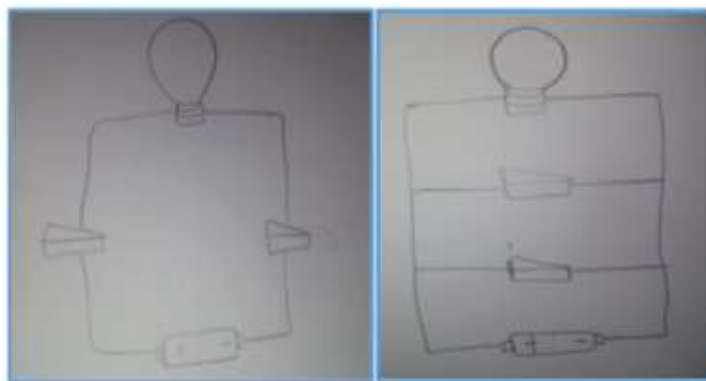
*Representación de los elementos de un circuito realizada por el futuro docente A15*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A15.

**Figura 47**

*Diseño que no garantiza la solución de la situación problemática realizada por el futuro docente A15.*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A15.

El futuro docente A15 plantea una leyenda de los elementos, sin embargo, no los representa simbólicamente de manera correcta. Por otra parte, propone como respuesta dos diseños con conexiones de interruptores en serie y paralelo lo que lleva a pensar en un posible ensayo error.

**4.1.3.5.3 Futuros docentes que no presentan un diseño.** A continuación, se abordarán algunas líneas sobre los 3 futuros docentes (A05, A07 y A08) que no presentan diseño de la situación. Se evidencia que al futuro docente A05, le falta comprender la situación problemática debido a que solo se limitó a parafrasear la situación problemática en la fase 1, además menciona “utilizaré una batería, haré las conexiones para identificar el caso en el que se encuentra Juan” remitiéndose a un posible ensayo error. Respecto a los futuros docentes A07 y A08 se puede evidenciar que, si comprendieron la situación, sin embargo, no realizan el diseño de su circuito, puede ser porque desconocen la instalación de dos conmutadores y están intentando llegar a la respuesta por ensayo error.

#### **4.1.4 Resultados de la fase 4**

En esta parte de la investigación se analiza la ejecución en la aplicación del diseño experimental según lo que los futuros docentes usan (material real o softwares) teniendo en cuenta dos categorías los que tienen diseños con un correcto funcionamiento (solucionan la situación) y diseños con incorrecto funcionamiento (no soluciona la situación). Cabe mencionar que en los informes se encontró que algunos futuros docentes representaron el circuito de la situación problemática, por ello se dedica algunas líneas para analizar si es o no correcto su representación. Es importante hacer mención que los futuros docentes diseñaron la situación problemática y la solución de la misma en diferentes softwares para comprobar su funcionamiento.

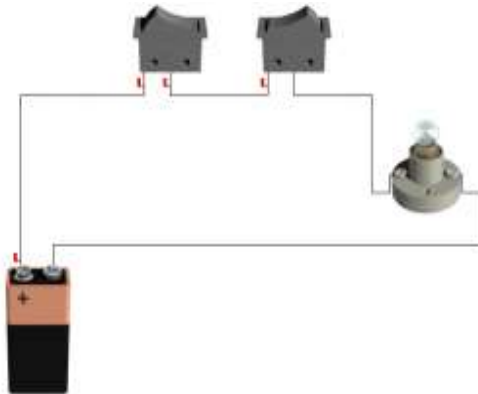
##### **4.1.4.1 Representación de la situación problemática con los softwares y material real.**

Primero, un total de 13 futuros docentes (A03, A04, A05, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16 y A17) que representan el 72.2 % de la muestra, realizan la representación de la situación problemática en los softwares o con material real. De modo contrario, sucede con 5 futuros docentes (A01, A02,

A07, A08 y A18), que no realizan una simulación de lo que sucede en la escalera de Juan y que corresponde al 27.8 %. A continuación, se muestran algunos ejemplos de la representación de la situación problemática (Ver las Figuras 48, 49, 50 y 51):

**Figura 48**

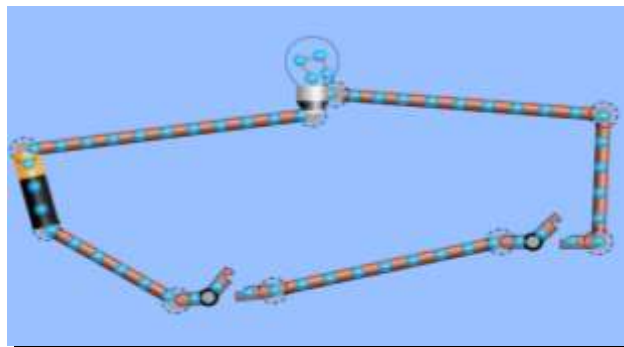
*Representación de la situación problemática con el software Crocodile Clips por el futuro docente A03*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A03.

**Figura 49**

*Representación de la situación problemática con el software PhET Simulations por el futuro docente A05*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A05.

**Figura 50**

*Representación de la situación problemática con material real por el futuro docente A06*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A06.

**Figura 51**

Representación de la situación problemática con el software DCACLab por el futuro docente A12



Nota: Extraído del informe del futuro docente A12.

Los futuros docentes representan de distintas formas la situación problemática, tal como se muestra en las Figuras 48, 49, 50 y 51. Por tanto, es evidente que hay una mejor asimilación y comprensión del problema.

**4.1.4.2 Ejecución y observaciones de la aplicación del diseño.** Con respecto a la ejecución del diseño planteado en la fase 3, se ha podido observar que los futuros docentes en esta fase proceden de tres maneras diferentes tal como se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Ejecución y observaciones de la aplicación del diseño (fase 3 y fase 4)*

Fases	Aspectos	Nº de futuros docentes	Códigos
<b>Fase 3</b>	<i>Diseño correcto</i>	13	A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 A18
	<i>Diseño incorrecto</i>	2	A15 y A16
	<i>No presentan diseño</i>	3	A05, A07 y A08
<b>Durante la fase 4</b>	<i>Comprueban y mantienen el diseño (diseño correcto en la fase 3)</i>	13	A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 A18
	<i>Prueban el diseño y se proponen a cambiarlo (diseño incorrecto en la fase 3)</i>	2	Correctos: --- Incorrectos: <b>A15 y A16</b>
	<i>Plantean su diseño y realizan su experimentación (no presentan diseño en la fase 3)</i>	3	correctos: <b>A07 y A08</b> Incorrectos: A05
<b>Final de la fase 4</b>	<i>Funcionamiento Correcto</i>	17	A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 A18, <b>A15, A16, A07 y A08</b>
	<i>Funcionamiento Incorrectos</i>	1	A05

Nota: Elaborado con los datos de la Figura 40 (fase 3).

En la Tabla 16, se muestra los resultados de la fase 3 y fase 4. En la fase 3 (Figura 40) 13 futuros docentes (A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 y A18) propusieron sus diseños que garantizan su correcto funcionamiento (fase 3), lo mismo sucede en la experimentación (durante la fase 4) obtienen un correcto funcionamiento. Además, en la fase 3 se observa que 2 futuros docentes (A15 y A16) presentan diseños que no garantizan el correcto funcionamiento, el mismo que verifican al comenzar la fase 4, esto los lleva a que cambien su diseño y logren solucionarlo. Por otra parte, se observa que 3 futuros docentes (A05, A07 y A08) no presentaron su diseño en la fase 3, de los cuales en la fase 4 solo dos futuros docentes (A07 y A08) realizan un diseño que funciona correctamente y el A05 no logra solucionar la situación problemática. Es decir, al culminar la fase 4 se obtiene que 17 futuros docentes (A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17, A18, A15, A16, A07 y A08) solucionan la situación problemática y solo el futuro docente A05 no logra solucionar la situación problemática.

**4.1.4.2.1 Comprobaciones del diseño experimental con resultados correctos.** Luego de una revisión minuciosa de los informes, durante la fase 4 se puede catalogar que 15 futuros docentes que representan el 83.3 % de la muestra realizan un diseño y comprobación con resultados correctos (Ver Tabla 16). Además, se observa que algunos futuros docentes usan conmutadores unipolares y otros usan conmutadores bipolares. Por ello, en las siguientes líneas se detallan estos casos.

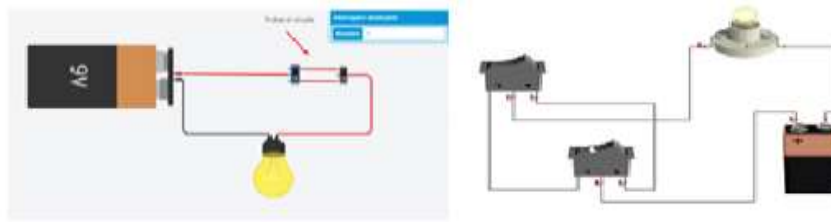
**4.1.4.2.1.1 Solución correcta con dos conmutadores unipolares.** Este diseño se considera el más simple debido a la facilidad de instalación, cabe mencionar que se usa dos conmutadores unipolares. Son 13 futuros docentes (A01, A02, A03, A04, A06, A09, A10, A11, A12, A13, A14, A17 y A18) que tienen este diseño como solución a la situación problemática y que representan un 72.2 % de la muestra. A continuación, se muestran algunos ejemplos.

El futuro docente A01 menciona: “La bombilla encendió. Los interruptores y el accionar de sus combinaciones cumplieron la función de encender y apagar la bombilla. Por lo tanto, el circuito funcionaría para aplicarlo en las escaleras de la casa de Juan”. Cuando el futuro docente hace mención de los interruptores se refieren a los conmutadores unipolares de su diseño y que al accionarlos se enciende la bombilla.

En los ejemplos, mostrados en las Figuras 52 y 53, se evidencia el uso del conmutador unipolar en los diferentes softwares y con material real que han sido diseñados para solucionar la situación problemática. Cabe mencionar que esta solución es la más adecuada, debido a su simple control de encendido y apagado de la bombilla.

**Figura 52**

*Demostración del funcionamiento del circuito con los softwares Tinkercad y Crocodile Clips por el futuro docente A01*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A01.

**Figura 53**

*Demostración del circuito usando material real realizado por el futuro docente A06*



*Nota:* Extraído del video realizado por el futuro docente A06.

En la Figura 52, se realiza las simulaciones con el software Tinkercad y el software Crocodile Clips. Sin embargo, en la Figura 53 se muestra un circuito con material real que se alimenta de la corriente alterna. En ambos circuitos se evidencian el funcionamiento, sin embargo, el experimentar con material real hace más significativo el aprendizaje.

*4.1.4.2.1.2 Solución correcta con dos conmutadores bipolares.* Se ha observado que 2 futuros docentes (A07 y A08) que representan el 11.1 % de la muestra, hacen uso de conmutadores bipolares, como se muestra en el ejemplo de la Figura 54. Cabe mencionar, que los futuros docentes A07 y A08 en la fase 4 plantean y prueban su diseño logrando el funcionamiento del circuito.

**Figura 54**

*Representación del circuito solución mediante DCACLab por el futuro docente A07*



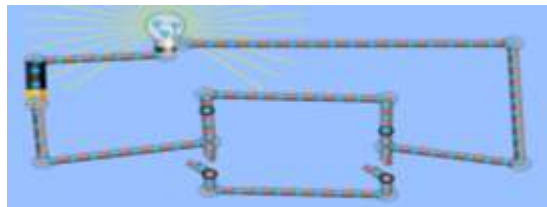
*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A07.

En la Figura 54, se muestra el diseño del circuito propuesto durante esta fase por el futuro docente A07. Se puede observar el uso de conmutadores bipolares, al comprobar el funcionamiento del circuito se verifica que soluciona la situación problemática. Sobre el uso de conmutadores bipolares, se puede hipotetizar que se debe a que en los elementos del software DCACLab solo ofrece conmutadores bipolares. La unión mediante las conexiones realizadas de los tres puntos señalados (circunferencias de color rojo y verde) en ambos conmutadores de la Figura 54, permiten que el flujo de electricidad circule solamente por dos vías una de entrada y otra de salida, cumpliendo la función del conmutador unipolar.

**4.1.4.2.2 Comprobaciones del diseño experimental con resultados incorrectos.** Durante la fase 4, se encuentran tres futuros docentes (A05, A15 y A16) que han obtenido resultados incorrectos en su experimentación. El futuro docente A05 que representa el 5.6 % de la muestra menciona que: “Con cuatro interruptores en la simulación se puede lograr, pero tendríamos que explicar los pasos que están involucrados”. Es decir, la solución del futuro docente implica usar 4 interruptores simples, además, se necesita coordinación y ciertas restricciones para su funcionamiento. Dicho diseño no sería el más adecuado para la solución de la situación debido a que existe mayor complejidad en el encendido y apagado de un foco y que es algo inusual para una escalera. El esquema realizado por el futuro docente se detalla en la Figura 55.

#### Figura 55

*Circuito con comprobación incorrecta realizado por el futuro docente A05*

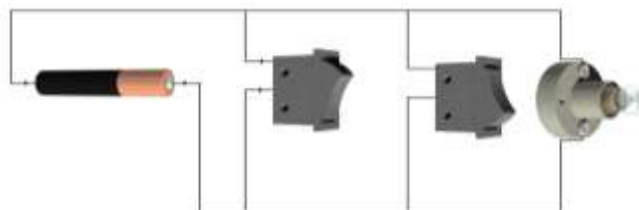


*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A05.

Los futuros docentes A15 y A16 que representan el 11.1 % de la muestra, mediante la comprobación de los circuitos han obtenido resultados incorrectos, porque los futuros docentes usan interruptores y los conectan en paralelo en sus diseños, como se muestra en el ejemplo (Ver Figura 56). Cabe recordar que dichos futuros docentes en la fase 3 presentan un diseño incorrecto.

#### Figura 56

*Circuito con comprobación incorrecta realizado por el futuro docente A15*



*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A15.

En la Figura 56, se puede observar y comprobar que el diseño no soluciona la situación problemática debido a que conecta los interruptores y el foco en paralelo, les falta investigar el uso de los conmutadores y su instalación.

En el análisis de esta fase se puede visualizar que 15 futuros docentes logran solucionar la situación problemática y 3 futuros docentes no lo logran. Cabe mencionar que los futuros docentes pueden realizar un nuevo diseño a partir de sus resultados incorrectos, a continuación, se descubrirá el procedimiento seguido por los futuros docentes cuando prueban el nuevo diseño.

**4.1.4.3 Cambio de diseño o estrategia.** Durante la fase 4, se describe que 3 futuros docentes (A05, A15 y A16) no logran desarrollar la situación problemática. Sin embargo, en esta parte de la investigación se analiza a los futuros docentes que realizan el cambio de estrategia y como lo lograron.

El futuro docente A05 no realiza ningún cambio de diseño debido a que considera que es el correcto, sin embargo, usa 4 interruptores y se hace complejo la manipulación del mismo. Algunas de las razones por la que no logra solucionarlo es porque no explora lo que le permiten realizar los demás simuladores, además, en el contexto virtual y a distancia y los factores que intervienen no permitió que el futuro docente se conectara a clase lo que llevó a no realizar asesoría con la profesora de la asignatura para que le oriente a revisar su proceso de indagación.

Los futuros docentes A15 y A16 realizan un cambio de estrategia esto por iniciativa propia, al ver que no funciona su circuito revisaron los procesos que realizaron en las fases anteriores, es así, que plantean cambiar los interruptores por conmutadores unipolares. Cabe mencionar que la docente de la asignatura actúa como guía hasta que los futuros docentes lograron solucionar la situación problemática, porque la MRPI es un proceso cíclico que les permite realizar una revisión general de las fases anteriores; es así, que los futuros docentes que no logran solucionar la situación problemática, cambian su diseño y logran la solución de la situación.

Los futuros docentes que realizan un cambio de diseño detectan el problema en su circuito, que son los interruptores porque no permiten controlar el circuito y mencionan que cambiarán los interruptores por los conmutadores.

Al finalizar esta fase se logró que 17 futuros docentes desarrollen la situación problemática esto corresponde al 94.4 % de la muestra. Por otro lado, el futuro docente A05 no logra solucionar la situación problemática y que corresponde al 5.6 % de la muestra.

#### **4.1.5 Resultados de la fase 5**

En esta fase final, se analizará las conclusiones y algunas dificultades en la búsqueda de solución.

La conclusión a la que todos los futuros docentes llegaron, a excepción del futuro docente A05, es que el tipo de circuito eléctrico necesario para que se solucione el problema es un circuito eléctrico con dos conmutadores, este se diferencia del resto porque posibilita encender un foco desde dos

puntos diferentes. También, explican el fenómeno que ocurre en la situación problemática, ejemplo de ello, el futuro docente A09 refiere que en la situación problemática planteada la instalación en serie de los interruptores ocasionaba que si uno estaba abierto y el otro cerrado no permitía que la corriente eléctrica llegue al foco.

Sobre las nuevas preguntas que surgen a partir de la investigación se plantea el futuro docente A18: ¿Qué sucede si adiciono otro foco al circuito? ¿cómo deberían realizarse las conexiones para que funcione correctamente? ¿qué pasaría si coloco otro interruptor conmutable? y ¿cómo se realizaría la conexión en ese caso?

Asimismo, se evidencia que algunos futuros docentes realizan recomendaciones en caso que la situación problemática sea aplicada en un aula de clase. Respecto a lo mencionado anteriormente el futuro docente A18 afirma que, en el planteamiento de los esquemas y la experimentación, puede generar confusión en los futuros docentes debido al comportamiento que tiene los tipos de corriente (alterna y continua). Del mismo modo, el futuro docente A17 menciona que esta situación problemática es muy aplicable en la vida cotidiana y que se debería usar al momento de impartir temas en el colegio relacionados con los circuitos eléctricos. Es decir, el futuro docente A17 reflexiona sobre el rol que tendrá en el aula de clase y las implicancias que tendrá enseñar el tema de circuitos eléctricos.

De esta fase se puede obtener que, 17 futuros docentes llegan a concluir que los conmutadores permiten controlar un circuito desde dos puntos, esto corresponde al 94.4 % de la muestra. Y solo el futuro docente A05 no logra demostrar esta conclusión que representa el 5.6 % de la muestra.

#### **4.1.6 Errores en el desarrollo de la situación problemática**

En esta sección del análisis se aborda los errores que los futuros docentes demuestran en sus informes:

- No especifican los tipos de conmutador como se muestra en la Tabla 17:

**Tabla 17**

*Ejemplos sobre los errores al generalizar conmutador*

<b>Cód.</b>	<b>Afirmación</b>
A03	...conmutador está compuesto por tres terminales. Los conmutadores se unen entre sí mediante dos cables...
A10	Los interruptores conmutados permiten controlar un punto de luz desde dos interruptores distintos...

*Nota:* Extraído de los futuros docentes A03 y A10.

En estos casos los futuros docentes no mencionan el tipo de conmutador que usarán pues existen tipos de conmutadores (conmutador unipolar y bipolar).

Algunos futuros docentes se refieren a un interruptor tres vías, que es equivalente a conmutador unipolar como menciona el futuro docente A14 (Ver Figura 57).

### Figura 57

*Referencia de un futuro docente al conmutador*

- Bombilla.
- Interruptores de dos y tres salidas.
- Cable de cobre (u otro conductor eléctrico).
- Batería.

*Nota:* Extraído del informe del futuro docente A14.

En los puntos anteriores, se dedicó a analizar las fases de la MRPI y explicar los errores que se han identificado en el desarrollo de la situación problemática, en las siguientes líneas se dedica a realizar la discusión de resultados.

## 4.2 Discusión de resultados

Para desarrollar la discusión de resultados se ha estructurado en dos puntos, en el primer punto se presenta a modo de resumen los resultados de las fases de la MRPI y en la segunda parte se relaciona los resultados de las fases de la MRPI con la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y se establece el nivel de logro usando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020).

### 4.2.1 Resumen de los resultados de las fases de la MRPI

A continuación, se muestra un resumen de aspectos importantes (comprensión de la situación, términos claves, que van a medir, propuesta experimental, experimentación, reformulación y conclusiones) que se han extraídos del análisis de las fases de la MRPI (Ver Tabla 18). Cabe mencionar que se planteó que la fase 2 solo se abordará en la fase descriptiva tratada en el punto 4.1.2.

**Tabla 18**

*Aspectos importantes para el análisis de las fases de la MRPI*

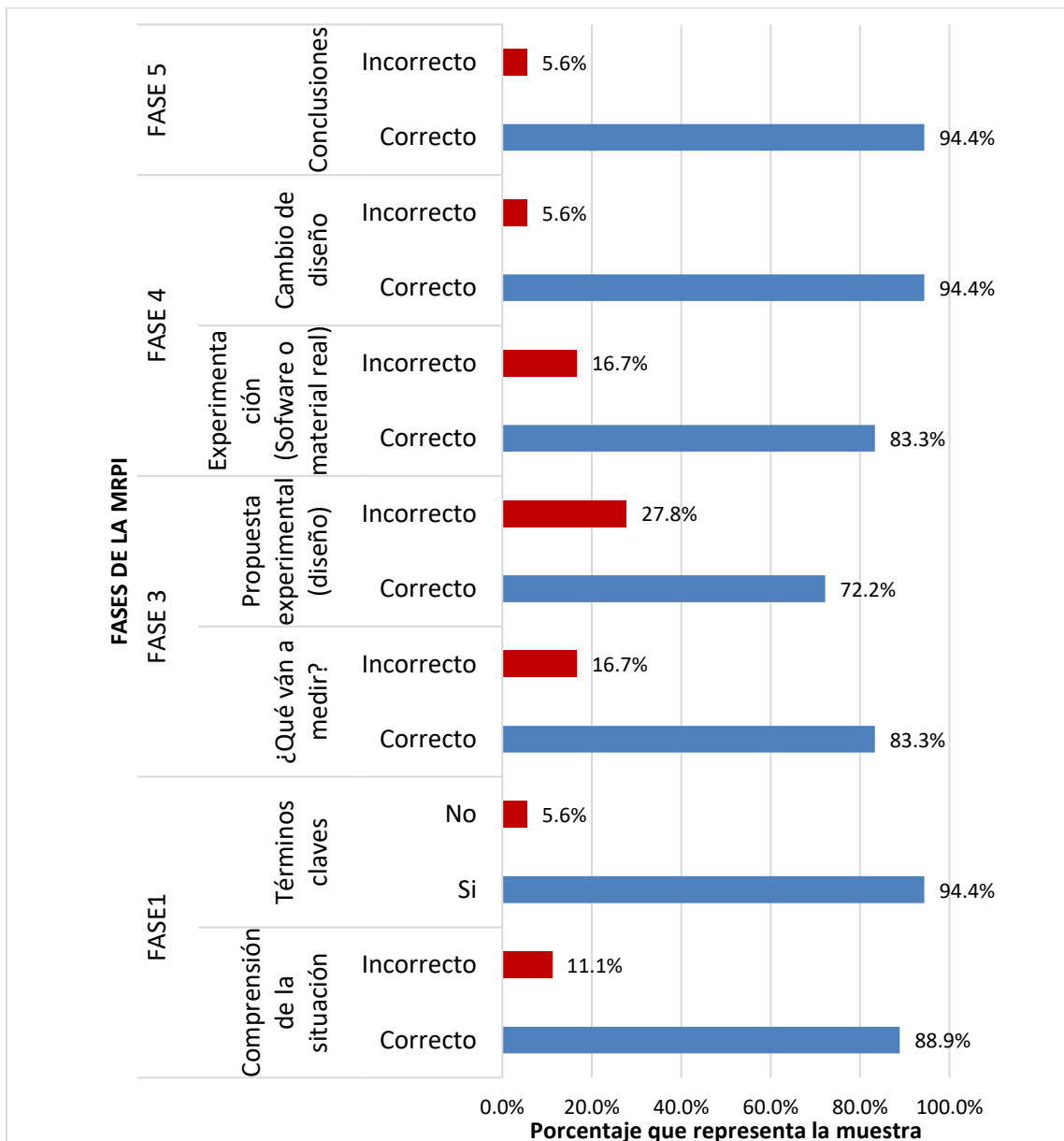
FASES DE LA MRPI	Aspectos
FASE 1	Comprensión de la situación problemática
	Términos claves
FASE 3	¿Qué planean medir los futuros docentes?
	Propuesta experimental
FASE 4	Experimentación
	Cambio de diseño
FASE 5	Conclusiones

*Nota:* Los aspectos considerados en esta tabla son los más resaltantes de las fases analizadas y no se considera la fase 2 de la MRPI.

En la Tabla 18, se detallan los aspectos para evaluar las fases de la MRPI. En la fase 1 se encuentran dos aspectos que son: La comprensión de la situación problemática y los términos claves, dichos aspectos refieren a los datos de las Figuras 25 y 37 respectivamente; en la fase 3 se evalúa otros dos aspectos que son ¿Qué planean medir los futuros docentes? y se sustenta en el apartado 4.1.3.1 del análisis y la propuesta experimental cuyos datos se encuentran en la Figura 40; en la fase 4 se evalúa la experimentación y el cambio de diseño dichos datos se obtienen de la Tabla 16 (durante y al final de la fase 4); en la fase 5 se evalúan las conclusiones, que se obtienen a partir de la conclusión más general que es el uso de los conmutadores como solución de la situación problemática. Por ello, dichos aspectos se han sistematizado en función a porcentajes como se detalla en la Figura 58.

**Figura 58**

*Resumen del análisis de las fases de la MRPI*



*Nota:* Los porcentajes están aproximados a las décimas.

Con respecto a la fase 1, se evalúan dos aspectos: la comprensión de la situación y términos clave. Respecto a la comprensión de la situación, se tiene un logro del 88.9 % (16 futuros docentes). Para la investigadora Ferrés Gurt (2017), comprender la situación es muy importante debido a que proporciona información útil para evaluar y estas sirven para identificar problemas en el desarrollo de la indagación. Respecto a los términos claves dentro del marco conceptual 94.4 % (17 futuros docentes) respectivamente mencionaron los términos (conmutador, circuito conmutado). Estos términos deben ser abordados en el marco conceptual debido a que serán aplicados en la solución de la situación.

Con respecto a la fase 3, se evalúa dos aspectos ¿Qué van a medir? y la propuesta experimental. Respecto a la pregunta ¿Qué van a medir? se tiene que el 83.3 %, es decir, 15 futuros docentes lo plantean correctamente. En la propuesta experimental, el 72.2 % son 13 futuros docentes que realizan propuestas de diseños correctos lo demás corresponde a 2 futuros docentes que presentan diseños incorrectos y 3 futuros docentes que no lo presentan.

En la fase 4, se evalúa la experimentación y el cambio de diseño. Respecto a la experimentación, se encuentra que el 83.3 % que representan 15 futuros docentes, obtuvieron resultados correctos. En otras palabras, han resuelto la situación problemática. De los que obtuvieron resultados incorrectos en esta fase algunos de ellos no evaluaron lo que les permitía cada uno de los simuladores. Respecto al cambio de diseño, se puede evidenciar que 2 de 3 futuros docentes realizan su cambio de diseño porque logran notar el error (cambian los interruptores por los conmutadores), incrementando el número de futuros docentes que logran solucionar la situación problemática de 15 a 17 futuros docentes que representan el 94.4 % de la muestra.

Finalmente, en la fase 5 se evalúa las conclusiones, se obtiene que el 94.4 % de la muestra que representan 17 futuros docentes logran formular las conclusiones correctamente. Se considera que un futuro docente (A05) no logra emitir conclusiones correctamente porque el diseño que propone es muy complejo y no funciona en todos los casos al combinar el encendido y apagado de las bombillas (usa interruptores).

Del análisis de las fases de la MRPI, se puede lograr concordar con la afirmación de Rosa y Martínez-Aznar (2017) que concluyen que: “el análisis de los resultados a partir de los informes elaborados mediante la MRPI permite observar que los futuros docentes obtienen valores altos de resolución” (p. 1412). Lo mismo que se evidencia en los resultados de la presente investigación.

#### ***4.2.2 Análisis de los resultados de acuerdo con las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos***

En esta parte de la investigación, se relacionará los resultados de las fases de la MRPI con la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos. Primero se explica la relación de las capacidades de la competencia indaga y las fases de la MRPI (Ver Tabla 19). Segundo,

se explica la rúbrica y finalmente el nivel de logro respecto a las capacidades y la competencia en general.

**Tabla 19**

*Relación entre la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y las fases de la MRPI*

<b>Capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos</b>	<b>Fases de la MRPI</b>
Problematiza situaciones	Fase 1. Análisis cualitativo de la situación
	Fase 2. Emisión de hipótesis
Diseña estrategias para hacer indagación	Fase 3. Diseño de experimentación
Genera o registra datos o información	Fase 4. Desarrollo de experimentación
Analiza datos e información	
Evalúa y comunica el proceso y resultado de indagación	Fase 5. Análisis de resultados

*Nota:* Elaborado a partir de (MINEDU, 2016, p. 120) y (Rosa y Martínez-Aznar, 2019, p. 21).

En la Tabla 19, se puede observar que: La primera capacidad (problematiza situaciones) corresponde a la fase 1 y la fase 2 (análisis cualitativo, emisión de hipótesis); la segunda capacidad (diseña estrategias para hacer indagación) corresponde a la fase 3 (diseño de experimentación); la tercera capacidad (genera o registra datos o información) corresponde a la fase 4 (desarrollo de experimentación); la cuarta y quinta capacidad (analiza datos e información y evalúa y comunica el proceso y resultado de indagación) corresponde a la fase 5 (análisis de resultados).

En la presente investigación se analiza el nivel de logro de la competencia en mención, partiendo del análisis de las fases de la MRPI, usando la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020) (Ver Tabla 19).

**Tabla 20**

*Rúbrica para evaluar el nivel de logro de las capacidades de la competencia*

<b>Criterios de logro</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy bueno	81 % - 100 %
Bueno	61 % - 80 %
Moderado	41 % - 60 %
Deficiente	21 % - 40 %
Muy deficiente	0 % - 20 %

*Nota:* Obtenido de Setiawan y Sugiyanto (2020, p. 243).

Con la relación que existe entre las capacidades de la competencia indaga y la MRPI (Ver Tabla 18) y la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) (Ver Tabla 20), se evaluará el nivel de logro en función a las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos (Ver Tabla 21).

**Tabla 21**

*Evaluación del nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos*

COMPETENCIA	CAPACIDADES	MRPI	NIVELES DE LOGRO	CRITERIO DE LOGRO	
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	<i>Problematiza situaciones para hacer indagación</i>	Fase 1	Comprensión de la situación problemática	Muy bueno 81 %-100 %	
			88.9 %		
				Términos claves	Muy bueno 81 %-100 %
				94.4 %	
	<i>Diseña estrategias para hacer indagación</i>	Fase 3	¿Qué van a medir?	Muy Bueno 81 %-100 %	
			83.3 %		
				Propuesta experimental (Diseño)	Bueno 61 %-80 %
				72.2 %	
	<i>Genera y registra datos o información</i>	Fase 4	Simulación correcta	Muy bueno 81 %-100 %	
			83.3 %		
			Cambio de diseño	Muy bueno 81 %-100 %	
			94.4 %		
<i>Analiza datos e información</i>	Fase 5		Conclusiones	Muy bueno 81 %-100 %	
<i>Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación</i>			94.4 %		

*Nota:* La tabla se relaciona con las capacidades de la competencia indaga, las fases de la MRPI y el nivel de logro de los futuros docentes (Ver Figura 58 y Tabla 19) y el criterio de logro al que pertenece (Ver Tabla 20).

Como se puede observar en la Tabla 21, se evidencia un nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos que se ubican entre los criterios bueno y muy bueno respecto a los futuros docentes que conforman la muestra. A

continuación, se evidencia el nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos (Ver Tabla 22).

**Tabla 22**

*Nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos*

<b>Competencia</b>	Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos
<b>Promedio general de logro</b>	87.3 %
<b>Criterio al que pertenece</b>	Muy bueno 81 %-100 %

*Nota:* En la tabla se evidencia en promedio general del logro de la competencia indaga cuyos datos fueron obtenidos de la Tabla 21.

En la Tabla 22, se observa que se obtiene un 87.3 % en el promedio general de logro de la competencia y pertenece al criterio muy bueno de la rúbrica.

## Conclusiones

**Primera**, la MRPI aplicada al tema de los circuitos eléctricos influye en el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura en el semestre 2020 II.

**Segunda**, el diseño de situaciones problemáticas debe ser de tipo abiertas y contextualizadas porque permite al futuro docente entender mejor la situación.

**Tercera**, respecto al desarrollo de la situación problemática se puede evidenciar que las fases de la MRPI permiten un desarrollo ordenado de las mismas, dicha metodología permite replanteamientos en los diseños experimentales incorrectos y que se ha presentado en los resultados de la presente investigación, demostrando que los futuros docentes “evolucionan de forma creciente en la construcción de competencias científicas, alcanzando de media niveles de resolución altos en todas las dimensiones” (Rosa y Mercedes-Aznar, 2019, p. 36). Además, que los futuros docentes “han sido capaces de transferir el aprendizaje de la MRPI a situaciones problemáticas” (Rodríguez-Arteche et al., 2016, p. 347).

**Cuarta**, la MRPI tiene una estrecha relación con las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos lo cual permite establecer los niveles de logro tanto de la MRPI y de la competencia en mención.

**Quinta**, se obtiene un nivel logro que pertenecen a los criterios bueno y muy bueno en las 4 capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos. Es importante mencionar que se necesita poner énfasis en los siguientes procesos de indagación: la propuesta experimental (fase 3-diseña estrategias para hacer indagación) y la reformulación (fase 5 - analiza datos e información) debido a que existe un nivel de logro inferior a los demás.

**Sexta**, la aplicación de una situación problemática para ser resuelta mediante la MRPI ha permitido que los futuros docentes de Matemática y Física, tengan un buen nivel de logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos y el avance se puede ver en un promedio de 87.3 % que pertenece al criterio muy bueno de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020).

**Séptima**, el uso de la MRPI en el desarrollo de la situación problemática ha promovido que el futuro docente interactúe y gestione en entornos virtuales de manera autónoma. Además, que defina, organice y monitoree su aprendizaje desempeños que corresponden a las competencias transversales establecidas por el Ministerio de Educación del Perú que son “se desenvuelve en los entornos virtuales generados por las TIC” y “gestiona su aprendizaje de manera autónoma” (MINEDU, 2016, p. 35).



### Limitaciones

**Primera**, los futuros docentes se encontraban en la última semana de clases, por ello se tenía que reestructurar las fases de la MRPI y solo se plantea evaluar las fases 1, 3, 4 y 5 en sus informes. Respecto a la fase 2, se obtiene datos de las grabaciones de los videos y de algunos informes, sin embargo, son insuficientes para realizar cálculos porcentuales, ya que algunos futuros docentes no ingresan a clase por problemas de conectividad.

**Segunda**, el contexto ocasionado por la Covid-19 ha sido un factor que ha condicionado el seguimiento continuo a los futuros docentes y no ha permitido observar los errores y dificultades en la solución de la situación problemática. En un contexto presencial se puede grabar y anotar las dudas que tienen los estudiantes en la solución de la situación, de este modo se pueden recoger más datos para un mejor análisis de resultados.





## Recomendaciones

Las recomendaciones de la investigación se detallan a continuación:

**Primera**, se sugiere que una situación problemática sea desarrollada con la MRPI en un contexto de clases presenciales, debido a que permitirá observar y acompañar mejor al futuro docente. Por otro lado, se recomienda aplicar la situación problemática y que se plantee desarrollar todas las fases de la MRPI.

**Segunda**, implementar talleres sobre la planificación de sesiones que incluyan la MRPI con la finalidad de que el futuro docente tenga una mejor idea de cómo desarrollarlo en el aula de clase y pueda replicarlo con sus futuros estudiantes.

**Tercera**, realizar una encuesta para saber la perspectiva de los futuros docentes sobre el uso de la MRPI en la solución de situaciones problemáticas.

**Cuarta**, en la misma línea de investigación mediante el uso de la MRPI se sugiere realizar un estudio similar en la Educación Básica Regular de manera que permitiría comprobar el nivel de logro de las competencias de los estudiantes de secundaria.





## Lista de referencias

- AAAS. (1989). *Science for All Americans*. American Association for the Advancement of Science. <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J. y Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology* 103, 1–18. [https://www.researchgate.net/publication/232570858\\_Does\\_Discovery-based\\_Instruction\\_Enhance\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/232570858_Does_Discovery-based_Instruction_Enhance_Learning)
- Área tecnología. (s. f). Tipos de conexiones eléctricas. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/conexiones-electricas.html>
- Ariza, M.R., Abril, A.M., Quesada, A. y García, F.J. (Marzo 2014). Bridging inquiry based learning and science education on socio scientific issues: En INTED conference, *Contributions to the parrise european project european project*. Conferencia llevada a cabo en XIII International Technology, Education and Development Conference (INTED). Valencia, España. Obtenido de: [http://formacion.intef.es/pluginfile.php/50925/mod\\_folder/content/0/Conferencia%20SIBL%204%20JULIO%20%282%29.pdf?forcedownload=1](http://formacion.intef.es/pluginfile.php/50925/mod_folder/content/0/Conferencia%20SIBL%204%20JULIO%20%282%29.pdf?forcedownload=1)
- Arteaga, E., Armada, L. y Del Sol, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (1), 169-176. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Azmad, U., Palomino, D., Tam, M. y Zambrano, G. (2004). *Una aproximación a la alfabetización matemática y científica de los estudiantes peruanos de 15 años. Resultados del Perú en la evaluación internacional PISA*. Lima, Perú: Oficina de Medición de la Calidad Educativa de los aprendizajes.
- Bárcena, A. I. (2015). *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato* [tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/30524/1/T36151.pdf>
- Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278. [http://www.uhu.es/gaia-inm/invest\\_escolar/httpdocs/biblioteca\\_pdf/4\\_Abriefhistoryofinquiry.pdf](http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/4_Abriefhistoryofinquiry.pdf)
- Becerra, C., Gras-Martí, A. y Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 275-286.
- Becerra, D. F. (2014). Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos. *Innovación Educativa*. 14(64), 73-100. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n64/v14n64a7.pdf>

- Busquets, T., Silva, y Larrosa., P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*. 42(especial), 117-135.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.  
[https://www.researchgate.net/publication/39141192\\_Alfabetizacion\\_cientifica\\_y\\_tecnologica\\_la\\_transposicion\\_didactica\\_del\\_conocimiento\\_tecnologico](https://www.researchgate.net/publication/39141192_Alfabetizacion_cientifica_y_tecnologica_la_transposicion_didactica_del_conocimiento_tecnologico)
- Camacho, H., Casilla, D. y Finol de Franco, M. (2008). La indagación: Una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus*, 14(26), 284-306.  
<https://www.redalyc.org/pdf/761/76111491014.pdf>
- Crespo, C. y Salamanca, A. (2007). *El muestreo en la investigación cualitativa*. Nure Investigación. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/plwllumuj/ebalECTS/praktikak/muestreo.pdf>
- Curiñaupa, N. M. y Reymundo, J. L. (2014). *Aprendizaje por descubrimiento y habilidades investigativas en estudiantes del tercer grado de secundaria de Huancayo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2124/Curi%3c%b1aupa%20Caman%3%ad%20-%20Reymundo%20Camposano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Decreto de urgencia N°026. (2020). Diario oficial el peruano, Lima, Perú, 15 de marzo del 2020.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566447/DU026-20201864948-1.pdf>
- Dorf, R. C., y Svoboda, J. A. (2011). *Circuitos eléctricos*. Alfaomega.  
<https://gabriel192blog.files.wordpress.com/2018/08/circuitos-electricos-8a-ed-compressed-compressed.pdf>
- Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 410–426. <http://dx.doi.org/10.25267>
- Ferrés-Gurt, C., Marbá, A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>
- FONDEP. (2013). *La indagación, una ruta para aprender a conocer desde edades tempranas. Sistematización de dos experiencias de innovación y buenas prácticas educativas*. FONDEP.  
[http://www.fondep.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/La\\_indagacion.pdf](http://www.fondep.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/La_indagacion.pdf)
- Furman, M. (2018). La educación científica en las aulas de américa latina. En L. Matas, M. Albornoz, R. Barrere, J. Sokil, L. Osorio y C. Polino (Eds.), *El estado de la ciencia*. Buenos Aires, Argentina: Altuna.
- Gallego, P., Zapata, J. y Rueda, M. (2009). Una alfabetización científica tecnológica y cultural. *Revista científica*, (11), 52-60.

- [https://www.researchgate.net/publication/318903209\\_Una\\_alfabetizacion\\_cientifica\\_tecnologica\\_y\\_cultural](https://www.researchgate.net/publication/318903209_Una_alfabetizacion_cientifica_tecnologica_y_cultural)
- García-Carmona, A. (2006). Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía. *Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 496-506. [https://www.researchgate.net/publication/28128680\\_Una\\_propuesta\\_de\\_situaciones\\_problematicas\\_en\\_la\\_ensenanza\\_del\\_principio\\_de\\_conservacion\\_de\\_la\\_energia](https://www.researchgate.net/publication/28128680_Una_propuesta_de_situaciones_problematicas_en_la_ensenanza_del_principio_de_conservacion_de_la_energia)
- Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455. <http://dx.doi.org/10.1080/0140528830050408>.
- Gil, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21444>
- Gil, D., Martínez-Torregrosa, J. y Senent, F. (1988). El Fracaso en la resolución de problemas de física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51079/92749>
- Guisasola, J., Zubimendi, J. L., Almudí, J. M. y Ceberio, M. (2008). Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: Estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las ciencias*, 26(2), 177-192. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/118093/297681>
- IGER. (2017). *Física 10: 4. Bachillerato*. IGER talleres gráficos. <https://books.google.com.gt/books?id=DxtGDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Informe Rocard (2007). *Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Learreta, B. (2012). *Innovación e investigación educativa*. Universidad Europea de Madrid.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J. y Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias* 20 (3), 387-400. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21828/21661>
- Linn, M. C., Davis, E. A. y Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9781410610393>
- Loureiro, M. (1 de agosto de 2014). *Tecnología (s) por proyectos: Electricidad*. Tecnología. Recuperado de [https://tecnologia.org/electricidade/?page\\_id=168](https://tecnologia.org/electricidade/?page_id=168).

- Macmillan. (2018). *Conceptos Básicos de Electricidad*. Macmillan education. [https://www.macmillaneducation.es/wp-content/uploads/2018/09/sistema\\_carga\\_libroalumno\\_unidad1muestra.pdf](https://www.macmillaneducation.es/wp-content/uploads/2018/09/sistema_carga_libroalumno_unidad1muestra.pdf)
- Martínez-Aznar, M. M. (1990). Perspectivas sobre tipos y resolución de problemas. En R. Porlán & P. Cañal (Eds.), *VII Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela. Cambio educativo y desarrollo profesional*: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/49855>
- Martínez-Aznar, M. M. (2009). La MRPI: una metodología investigativa para el desarrollo de las competencias científicas escolares en la Educación Primaria. En C. Collazo, J. (Coord.), *Educación científica "ahora": el Informe Rocard*. Madrid: Ministerio de Educación. <https://doi.org/978-84-369-4764-9>
- Martínez-Aznar, M. M. y Bárcena, A. I. (2013 a). ¿Es beneficioso masticar bien para realizar una buena digestión? Una actividad de indagación en un aula de diversificación. *Educación Química, EduQ, 14*, 19-28. <https://raco.cat/index.php/EduQ/article/view/82728/362539>
- Martínez-Aznar, M. M. y Bárcena, A. I. (2013b). *El aprendizaje de competencias en química a través de la resolución de situaciones problemáticas abiertas*. IX congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona, España. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307753/397732>
- Martínez-Aznar, M. M. y Ovejero, P. (1997). Resolver el problema abierto: Teñir lanas a partir de productos colorantes naturales. Una actividad investigativa para la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias, 15(3)*, 401-422. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21509/93559>.
- Martínez-Aznar, M. M. y Varela, P. (1996). De la resolución de problemas al cambio conceptual. *Investigación en la Escuela, 28*, 59-68. <https://doi.org/10.12795/IE.1996.i28.04>
- Martínez-Aznar, M. M. y Varela, P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias, 27(3)*, 343-360. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/142068/332850>
- Martínez-Aznar, M. M., Rodríguez-Arteche, I. y Gómez-Lesarri, P. (2017). La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14(1)*, 162-180. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92049699013.pdf>
- Martin-Hansen, L. (2002) Defining Inquiry. *The Science Teacher, 69(2)*, 34-37. [https://www.researchgate.net/publication/287494829\\_Defining\\_inquiry](https://www.researchgate.net/publication/287494829_Defining_inquiry)
- MINEDU. (2015). *Rutas de aprendizaje ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes?* Ministerio de Educación. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5050>

- MINEDU. (2016). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Ministerio de Educación. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>
- MINEDU. (2017). *El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados*. Oficina de medición de la calidad educativa de los aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/el-peru-en-pisa-2015-informe-nacional-de-resultados/>
- MINEDU. (2018). *Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología*. Ministerio de Educación. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6399>
- Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/574/1/Aprendizaje%20basado%20en%20problemas.pdf>
- Natali, O., Alaniz, H., Bárcena, C., Menendez, P. y Duran, M. G. (septiembre 2012). Uso de situaciones problemáticas abiertas en las clases prácticas de física: Una innovación. En A. Viguera, *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/32677/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/32677/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academies Press. <https://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards>
- OCDE. (2016). *Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015 Ciencias, Matemáticas, Lectura y Competencia financiera*. OECD Publishing. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2015/07/Marco-de-evaluacion-PISA-2015.pdf>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Scielo*. 35(1), 227-232. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022017000100037](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022017000100037)
- Parker, G. W. (2002). Electric field outside a parallel plate capacitor. *American Journal of Physics*, 70(5), 502-507. [https://www.researchgate.net/publication/228807623\\_Electric\\_field\\_outside\\_a\\_parallel\\_plate\\_capacitor](https://www.researchgate.net/publication/228807623_Electric_field_outside_a_parallel_plate_capacitor)
- Pavón Martínez, F. y Martínez-Aznar, M. M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): Una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 469-492. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1290>
- Perales, F. J. (1993). Resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (2), 170-178. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21188/93250>

- Perales, F. J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía*, 10(21), 119-143. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2565369>
- Polanco, K. M. (2011). Resolución de situaciones problemas en la enseñanza de las ciencias: Un estudio de análisis. *Educación en Ciencias y Tecnología*, 4, 123-138. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/8638/Resoluci%F3n%20de%20situaciones%20problemas%20en%20la.pdf;jsessionid=CB78A56FC0291B78A8FCE1D4C3EA7C5E?sequence=1>
- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas. Una revisión a las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *Revista arbitrada de Ciencias sociales y Humanidades*. (60), 36-42. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/252>
- Prince, M. J. y Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. [https://www.researchgate.net/publication/220017716\\_Inductive\\_Teaching\\_and\\_Learning\\_Methods\\_Definitions\\_Comparisons\\_and\\_Research\\_Bases](https://www.researchgate.net/publication/220017716_Inductive_Teaching_and_Learning_Methods_Definitions_Comparisons_and_Research_Bases)
- Prince, M. y Felder, R. M. (2007). The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching*, 36 (5), 14-20. [https://www.pfw.edu/offices/celt/pdfs/Inductive\(JCST\).pdf](https://www.pfw.edu/offices/celt/pdfs/Inductive(JCST).pdf)
- Pro, A. y Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 385–404. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/210807/353416>
- Robbins, A. H. y Miller, W. C. (2008). *Análisis de circuitos: Teoría y práctica*. Cengage Learning. [http://prof.usb.ve/mirodriguez/circuito\\_electrico\\_i/libro.pdf](http://prof.usb.ve/mirodriguez/circuito_electrico_i/libro.pdf)
- Rodríguez, D. M. y Pineda, L. C. (2009). Situaciones problemáticas en matemáticas como herramienta en el desarrollo del pensamiento matemático. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia] [http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_educacion/pregrado/matematicas/documentos/Tesis1.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_educacion/pregrado/matematicas/documentos/Tesis1.pdf)
- Rodríguez-Arteche, I. (2018). *Propuesta formativa de didáctica de la química. Las actividades indagativas para la Educación Secundaria como problema profesional* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/49432/>
- Rodríguez-Arteche, I., Barreto-Pérez, M. C. y Martínez-Aznar, M. M. (10-12 de febrero del 2021) *Análisis de competencias indagativas de futuros profesores de secundaria en el problema “¿Qué pelota bota más?”* [Resumen de presentación de la conferencia]. 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado. <https://pic.servicioapps.com/uploads/app/1136/elements/file/file1614074037.pdf>

- Rodríguez-Arteche, I., Martínez-Aznar, M. M. y Garitagoitia, M. A. (2016). La competencia sobre planificación de investigaciones en 4º de ESO: un estudio de caso. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 329-351. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/46356/47921>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. <http://hdl.handle.net/10498/19218>
- Rosa, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2017). La resolución de una situación problemática para el desarrollo de la competencia científica en 1.º de bachillerato. *Investigación en la Didáctica de las Ciencias: una invitación para pensar los desafíos de la educación científica y de la práctica docente*. Conferencia llevada a cabo en el X congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Sevilla, España. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335300>
- Rosa, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2019). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 25-42. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541>
- SEAT. (1996). *Conceptos Básicos de Electricidad*. Obtenido de [http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula\\_virtual/Cursos/Topicos%20de%20E/Electrónica%20-%20Conceptos%20basicos%20de%20electricidad%20-%20Curso%20seat.pdf](http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Topicos%20de%20E/Electrónica%20-%20Conceptos%20basicos%20de%20electricidad%20-%20Curso%20seat.pdf).
- Seferian, A. E. (2010). Situaciones problemáticas de Química diseñadas como pequeñas investigaciones en la escuela secundaria desde un encuadre heurístico a partir de una situación fortuita que involucra reacciones ácido-base. *Educación química*, 21(3), 254-259. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2010000300011&lng=es&tIng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000300011&lng=es&tIng=es).
- Setiawan, A. M. y Sugiyanto, S. (2020). Science process skills analysis of science teacher on professional teacher program in indonesia. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 9 (2), 241-247. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/23817/10479>
- Torres, M. (30 de abril de 2014). *Tecnología (s) por proyectos: Electricidad*. Xunta de Galicia. <https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/index.html>.
- Unesco (2020). *Enseñar en los tiempos del COVID 19*. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373868>
- Vásquez, S., Bustos, P., Núñez, G. y Mazzitelli, C. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 73-85. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC\\_3\\_1\\_4.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_1_4.pdf)

- Varela, M. P. (1994). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias aspectos didácticos y cognitivos* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/2240/1/T19335.pdf>
- Velásquez, A. F. (2006). La alfabetización científica y tecnológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana De Educación*, 38(1), 1-14.
- Yaranga, R. C. (2015). *Procesos de indagación científica que generan los docentes del área de Ciencia Tecnología y Ambiente I.E 7059. Ugel 01* [Tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/95>



Apéndices



## Apéndice 1: Matriz de consistencia

**TÍTULO:** La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) aplicada en la resolución de situaciones problemáticas abiertas contextualizadas sobre circuitos eléctricos por futuros profesores de Matemática y Física.

**NOMBRE DEL TESISISTA:** Dimer Andy Tello Gaona.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES / INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b> ¿Cómo incide la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) aplicada en actividades experimentales sobre el tema de circuitos eléctricos en la adquisición de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros profesores de Matemática y Física?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué manera se pueden diseñar situaciones problemáticas relacionadas al tema de circuitos eléctricos para la aplicación de la MRPI?</li> <li>• ¿Cómo identificar el nivel de competencia involucrada Indaga</li> </ul>	<p><b>General:</b> Determinar la influencia de la MRPI aplicada al tema de circuitos eléctricos y el desarrollo de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en los futuros profesores de Matemática y Física de la Universidad de Piura en el semestre 2020-II.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diseñar y aplicar las situaciones problemáticas que serán desarrolladas según el MRPI.</li> <li>Evaluar las fases del MRPI evidenciadas por los futuros docentes.</li> <li>Identificar las capacidades de competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos involucrados en la solución de dichas actividades.</li> <li>Evaluar el nivel de logro de las</li> </ol>	<p><b>Variable independiente:</b> La metodología de resolución de problemas con investigación (MRPI)</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis cualitativo de la situación problemática.</li> <li>- Emisión de hipótesis.</li> <li>- Diseño de estrategias de resolución.</li> <li>- Desarrollo de la experimentación y/o resolución del problema.</li> <li>- Análisis de los resultados.</li> </ul> <p><b>Variable dependiente:</b> La competencia Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos</p> <p><b>Dimensiones:</b> Nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga mediante métodos científicos</p>	<p><b>Paradigma:</b> interpretativo.</p> <p><b>Metodología:</b> Cualitativo-cuantitativo</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos:</b></p> <p><b>De muestreo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los alumnos de matemática y física.</li> </ul> <p><b>De recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación.</li> <li>- Informes.</li> <li>- Audios y videos.</li> </ul> <p><b>De análisis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rúbrica de Setiawan y Sugiyanto.</li> </ul> <p><b>Población y muestra:</b> Los alumnos de facultad de educación que estén cursando la asignatura de Física III y su Didáctica.</p> <p><b>Contexto geográfico:</b> Piura.</p> <p><b>Año:</b> 2020.</p>

<p>mediante métodos científicos para construir conocimientos en la solución de dichas actividades?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué manera se puede evaluar el nivel de apropiación de la competencia (Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos) evidenciada en la solución de las actividades de circuitos eléctricos?</li> </ul>	<p>capacidades de la competencia (Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos) mediante la rúbrica de (Setiawan y Sugiyanto, 2020, p. 243).</p> <p>V. Evaluar el nivel de logro de la competencia (Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos) mediante la rúbrica de (Setiawan y Sugiyanto, 2020, p. 243).</p>	<p>para construir conocimientos usando la rúbrica de Setiawan Sugiyanto.</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	--

ANTECEDENTES DE ESTUDIO:

- Rodríguez, I; Martínez, M y Garitagoitia, A. (2016). La competencia sobre la planificación de investigaciones en 4to de ESO: estudio de casos. *Revista Complutense de Educación*, 329-351.
- Setiawan. A. M. y Sugiyanto. S. (2020). Science process skills analysis of science teacher on professional teacher program in indonesia. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 9 (2), 241-247. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/23817/10479>

**Apéndice 2: Guía que fue entregada a los estudiantes con la situación problemática****Tercera convocatoria: Actividad experimental sobre los circuitos eléctricos  
“El misterio en la escalera de Juan”**

Juan es un estudiante de quinto de secundaria, hace unos meses su familia y él se mudaron a una nueva casa. Sin embargo, tienen un problema en la escalera. Juan expresa “La escalera de mi casa tiene dos interruptores uno que se oprime para subir y uno que se oprime para bajar, pero no todas las veces funciona, algunas veces no funciona cuando se presiona para subir así que tengo que subir a oscuras”.

En ese contexto usted deberá solucionar la situación problemática “la luz en la escalera de la casa de Juan” usando la MRPI.

Tenga en cuenta que la solución será presentado formato virtual (informes y videos), dadas las circunstancias, por lo tanto, usted deberá ser claro(a) y didáctico(a) en su informe o presentación. Usted deberá resolver la actividad experimental utilizando simuladores (deberá seleccionarlos).

