UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación aplicada para resolver la situación problemática abierta: ¿Qué canica va más rápido en un plano inclinado?, por futuros docentes de Matemática y Física

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

Nilson Leonardo Pozo Ariza

Asesor(es):
Dra. María del Carmen Barreto Pérez de Guerrero

Piura, enero de 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

050123 TESIS NILSON POZO ARIZA PRE SENTACIÓN 612022.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

75031 Words

RECUENTO DE CARACTERES

418167 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

228 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 6, 2023 11:49 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 6, 2023 11:53 AM GMT-5

● 3% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Mª Carmen Barreto de Guerrero
02606567

Dedicatoria

A mis padres y hermanos, por apoyarme durante todo este tiempo y especialmente a mi hija Neylan por ser un soporte día a día.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Agradecimientos

A Dios, por permitirme gozar de salud y bienestar durante todo este tiempo y porque además me permitió tener una vida universitaria en una prestigiosa universidad.

A mis padres, Leonardo y Matilde, por sus grandes consejos que me brindaron y porque siempre fueron mi motivación de seguir día a día.

A mis hermanos, Eder, Marwin y Camila, por la disposición brindada y por siempre confiar en mí.

A Thalia, por estar conmigo en los momentos más difíciles y ser una gran compañera en todo este tiempo.

Quiero agradecer de una manera muy especial a la Dra. María del Carmen Barreto Pérez de Guerrero, asesora de esta tesis, por los consejos brindados para hacer posible este trabajo de investigación y por ser una gran profesora durante mi etapa de formación académica.

A los profesores de la Universidad de Piura, de la Facultad de Ciencias de la Educación, que con sus enseñanzas brindadas formaron parte de mi aventura universitaria y por siempre brindarme buenas enseñanzas y buenos consejos.

Finalmente, a mis amigos que conocí en la Universidad de Piura, por ser excelentes personas y siempre brindarme un apoyo incondicional.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el nivel de logro alcanzado por parte de los estudiantes para profesor de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura, en las capacidades de las competencias propuestas por el Ministerio de Educación de Perú (2016): Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos y Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo; cuando se aplica la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) en la resolución de la situación problemática abierta: "¿Qué canica va más rápido en un plano inclinado?". Esta investigación es de carácter descriptivo e interpretativo, con un análisis de datos mixto (cualitativo y cuantitativo) y se centra en la formación de futuros profesores de ciencias. Para este estudio, se planteó la resolución de una situación problemática abierta contextualizada en 3 temas de física como: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, Segunda ley de Newton y Energía mecánica, haciendo uso de una estrategia de indagación denominada metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI). Cabe señalar que las fases de la MRPI se adecúan a las capacidades de las dos competencias mencionadas en líneas anteriores, por ello la estrategia de resolución permite que los futuros docentes de Matemática y Física pongan en juego las capacidades propuestas por MINEDU (2016). La evaluación de las capacidades de las dos competencias del área de Ciencia y Tecnología fue realizada mediante rúbricas diseñadas a partir de la revisión de la literatura y los niveles de logro de estas se determinaron a través de la utilización de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). En esta tesis se concluye que los futuros docentes alcanzan un buen desempeño en las capacidades de las competencias propuestas cuando siguen las cinco fases de la MRPI en la resolución de la situación problemática planteada.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Tabla de contenido

Introducción **21**

Capítulo 1. Planteamiento de la investigación **23**

1.1 Caracterización de la problemática 23

1.2 Formulación del problema 24

1.2.1 Problema general *24*

1.3 Objetivos de la investigación 25

1.3.1 Objetivo general *25*

1.3.2 Objetivos específicos *25*

1.4 Justificación de la investigación 25

1.5 Antecedentes de estudio 27

1.5.1 Antecedentes internacionales *27*

1.5.2 Antecedentes nacionales *31*

1.5.3 Antecedentes institucionales *34*

Capítulo 2. Marco teórico **37**

2.1 Formación inicial de docentes de ciencias naturales 37

2.1.1 Marco formativo de los futuros docentes de ciencias naturales en la educación secundaria *37*

2.1.2 Metodologías utilizadas para la enseñanza de las ciencias naturales *39*

2.1.3 Dominio de la competencia científica *41*

2.2 Indagación 42

2.2.1 Definición *43*

2.2.2 Tipos de indagación *44*

2.2.3 Indagación científica *45*

2.3 Situaciones problemáticas 50

2.3.1 Definición *50*

2.3.2 Tipos de situaciones problemáticas *51*

2.4 Metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) 56

2.4.1 Definición *57*

2.4.2 Características *57*

2.4.3 Fases de la metodología de resolución de problemas como investigación *58*

2.5 Competencias y capacidades del área de Ciencia y Tecnología que se consideran en la presente investigación 61

2.5.1 Competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" *62*

2.5.2 Competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" *63*

2.6 Relación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología con las fases de la MRPI 63

2.7 Temas de Física relacionados con la situación problemática abierta planteada 64

2.7.1 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) *64*

2.7.2 Segunda ley de Newton *72*

2.7.3 Energía mecánica *78*

2.8 Recursos que se pueden utilizar para el desarrollo de la situación problemática planteada 83

2.8.1 Experimento casero *84*

2.8.2 Aplicativos educativos (applets) *85*

2.8.3 Tracker *85*

Capítulo 3. Metodología de la investigación 87

3.1 Metodología de la investigación 87

3.2 Diseño de la investigación 87

3.3 Población y muestra 87

3.3.1 Población *87*

3.3.2 Muestra *87*

3.3.3 Tipo de muestreo *89*

3.4 Descripción de la propuesta de la situación problemática 89

3.4.1. Resolución de la situación problemática. *90*

3.4.2 Preguntas para orientar la indagación *95*

3.5 Instrumentos de recogida de datos 95

3.6 Instrumentos de evaluación y técnicas de análisis de datos 97

3.6.1 Rúbricas para evaluar las capacidades de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos" *97*

3.6.2 Rúbrica para evaluar la capacidad de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" *107*

3.6.3 Procedimiento de la evaluación de las capacidades *109*

Capítulo 4. Resultados de la investigación 113

4.1 Análisis de datos 113

4.1.1 Resultados de la fase 1 "Análisis cualitativo" *113*

4.1.2 Resultados de la fase 2 "Emisión de hipótesis" *133*

4.1.3 Resultados de la fase 3 "Diseño de la investigación" *135*

4.1.4 Resultados de la fase 4 "Resolución del problema" *142*

4.1.5 Resultados de la fase 5 "Análisis de resultados" *151*

4.2 Evaluación y discusión de resultados de las capacidades de las competencias del área de Ciencia y Tecnología mediante la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020).....156

4.2.1 Evaluación de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" *158*

4.2.2 Evaluación de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" *174*

4.2.3 Resumen de la evaluación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología" *179*

Conclusiones **181**

Limitaciones.....**185**

Recomendaciones **187**

Lista de referencias **189**

Apéndices **207**

Apéndice A. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis para el futuro docente A9 207

Apéndice B. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis para el futuro docente A1 208

Apéndice C. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A7 209

Apéndice D. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A9 210

Apéndice E. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A1 211

Apéndice F. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" por el futuro docente A4 212

Apéndice G. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" por el futuro docente A1 213

Apéndice H. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" por el futuro docente A8 214

Apéndice I. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" por el futuro docente A2 215

Apéndice J. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" por el futuro docente A3 216

Apéndice K. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad “Analiza datos e información” por el futuro docente A8 217
Apéndice L. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad “Analiza datos e información” por el futuro docente A13 218
Apéndice M. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” por el futuro docente A7 219
Apéndice N. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” por el futuro docente A15 220
Apéndice Ñ. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A1 221
Apéndice O. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A10 222
Apéndice P. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A17 223
Apéndice Q. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A7 224
Apéndice R. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A8 225
Apéndice S. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A17 226
Anexos.....227
Anexo A. Guía que se proporcionó a los futuros docentes con la situación problemática 227

Lista de tablas

Tabla 1. Diferencia general de las leyes de Newton mediante sus definiciones y fórmulas. 76
Tabla 2. Diferencias de las energías mediante sus definiciones 81
Tabla 3. Descripción de las fases de la investigación 88
Tabla 4. Hipótesis que se pueden plantear con relación a los diferentes factores 91
Tabla 5. Acontecimientos que se esperan que los futuros docentes puedan comprobar 94
Tabla 6. Preguntas guía de las fases de la MRPI para desarrollar situaciones problemáticas 95
Tabla 7. Rúbrica planteada para la evaluación de la reformulación del problema 98
Tabla 8. Rúbrica planteada para la evaluación de la formulación de las hipótesis 100
Tabla 9. Rúbrica planteada para la evaluación de la identificación de variables 100
Tabla 10. Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación 102
Tabla 11. Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" 104
Tabla 12. Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" 105
Tabla 13. Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" 106
Tabla 14. Rúbrica planteada para la evaluación de la consideración de los conceptos clave en el desarrollo de la situación problemática 108
Tabla 15. Rúbrica para la evaluación de los conceptos clave en la fundamentación de las conclusiones 108
Tabla 16. Conceptos clave para cada tema de Física que se relacionan con la situación problemática 110
Tabla 17. Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre MRUA mostrados en los informes de los futuros docentes 118
Tabla 18. Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre la Segunda ley de Newton mostrados en los informes de los futuros docentes 124
Tabla 19. Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre Energía mecánica mostrados en los informes de los futuros docentes 131
Tabla 20. Hipótesis emitidas por los futuros docentes presentadas en sus informes 134
Tabla 21. Justificación de la clasificación de las variables experimentales en correctas e incorrectas 137
Tabla 22. Ejemplificación de situaciones cotidianas con las que se asemeja la situación problemática planteada 141

Tabla 23. Ejemplificaciones de la descripción detallada del procedimiento que realizaron los futuros docentes para su resolución 143
Tabla 24. Ejemplificaciones de propuestas mostradas por los futuros docentes sobre la variable independiente 148
Tabla 25. Ejemplificaciones de la primera pregunta de la fase 5 de la MRPI: "¿siempre ocurre lo mismo?" 151
Tabla 26. Ejemplificaciones de las hipótesis consideradas como acertadas, refutadas y combinadas (acertadas y refutadas) 153
Tabla 27. Ejemplificaciones y justificaciones de la evaluación de las conclusiones para dar respuesta a la situación problemática 155
Tabla 28. Rúbrica para la evaluación del nivel de logro de cada capacidad de las competencias del área de Ciencia y Tecnología 157
Tabla 29. Relación de las fases de la MRPI y las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología 157
Tabla 30. Nivel de logro del apartado reformulación del problema (Fase Análisis de datos de la MRPI) 159
Tabla 31. Ejemplificación y justificación de la evaluación para la reformulación de la pregunta investigable 160
Tabla 32. Nivel de logro del apartado planteamiento de las hipótesis (Fase Emisión de hipótesis de la MRPI) 161
Tabla 33. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis 162
Tabla 34. Nivel de logro del apartado identificación de variables (Fase Diseño de estrategias de resolución de la MRPI) 163
Tabla 35. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de las variables experimentales 164
Tabla 36. Nivel de logro de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" (Fase Diseña estrategias experimentales de la MRPI) 166
Tabla 37. Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad "Diseña estrategias de experimentación" 167
Tabla 38. Nivel de logro de la capacidad "Genera y registra datos e información" (Fase Resolución del problema de la MRPI) 168
Tabla 39. Ejemplificación y justificación de la capacidad "Genera y registra datos e información" 169
Tabla 40. Nivel de logro de la capacidad "Analiza datos e información" (Fase Análisis de resultados de la MRPI) 170

Tabla 41. Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad “Analiza datos e información” 171
Tabla 42. Nivel de logro de la capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” (Fase Análisis de resultados de la MRPI) 173
Tabla 43. Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” 173
Tabla 44. Nivel de logro del apartado de la relación de los concpetos con la resolución de la situación problemática (Fase Análisis cualitativo de la MRPI) 175
Tabla 45. Ejemplificación y justificación del apartado: relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática 176
Tabla 46. Nivel de logro del apartado de la relación de los conceptos clave con las conclusiones emitidas (Fase Análisis de resultados de la MRPI) 177
Tabla 47. Ejemplificación y justificación del apartado: relación de los conceptos clave con las conclusiones emitidas 178
Tabla 48. Resumen de las capacidades evaluadas a través de las rúbricas planteadas en el Capítulo 3 179
Tabla 49. Resumen del nivel de logro de las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología mediante la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) 180

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Lista de figuras

Figura 1. Representación de las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) 61
Figura 2. Relación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología con las fases de la MRPI 63
Figura 3. Representación de las gráficas de movimiento rectilíneo uniforme (MRU) 69
Figura 4. Representación de las gráficas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) 70
Figura 5. Descripción de la cantidad de movimiento o momentum lineal 74
Figura 6. Descripción de la cantidad de movimiento o momentum lineal cuando se tiene variación de velocidad 74
Figura 7. Planteamiento presentado mediante un dibujo 92
Figura 8. Planteamiento presentado mediante una foto 92
Figura 9. Planteamiento presentado mediante la elaboración de algún programa 92
Figura 10. Resolución mediante el programa Tracker 93
Figura 11. Resolución mediante un aplicativo educativo 93
Figura 12. Resolución mediante un experimento casero 94
Figura 13. Plantilla de la MRPI que se usa para desarrollar situaciones problemáticas 96
Figura 14. Rúbrica de Rodríguez-Arteche et al., (2016) para evaluar la reformulación del problema 98
Figura 15. Rúbrica de Ferrés-Gurt et al., (2005) para evaluar la formulación de la hipótesis 99
Figura 16. Rúbrica de Rodríguez-Arteche et al., (2019) para evaluar la formulación de hipótesis 99
Figura 17. Relación de los criterios de las rúbricas diseñadas con la evaluación de la capacidad "Problematiza situaciones" 101
Figura 18. Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" 103
Figura 19. Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" 104
Figura 20. Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" 105
Figura 21. Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" 107
Figura 22. Relación de los criterios de las rúbricas diseñadas con la evaluación de la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" 109
Figura 23. Análisis de los conceptos clave mediante el software NVIVO 111

Figura 24. Nube de palabras proporcionado por el software NVIVO 114
Figura 25. Porcentajes de conceptos clave referidos a MRUA incluidos en los informes de los futuros docentes 115
Figura 26. Análisis del concepto clave “velocidad” con el software NVIVO 116
Figura 27. Análisis del concepto clave “aceleración” con el software NVIVO 117
Figura 28. Porcentajes de conceptos clave referidos a la Segunda ley de Newton incluidos en los informes de los futuros docentes 119
Figura 29. Análisis del concepto clave “masa” con el software NVIVO 120
Figura 30. Análisis del concepto clave “fuerza de rozamiento” con el software NVIVO 121
Figura 31. Análisis del concepto clave “fuerza” con el software NVIVO 122
Figura 32. Porcentajes de conceptos clave referidos a Energía mecánica incluidos en los informes de los futuros docentes 125
Figura 33. Análisis del concepto clave “energía mecánica” con el software NVIVO 126
Figura 34. Análisis del concepto clave “energía cinética” con el software NVIVO 127
Figura 35. Análisis del concepto clave “energía potencial gravitatoria” con el software NVIVO 128
Figura 36. Análisis del concepto clave “energía” con el software NVIVO 129
Figura 37. Análisis del concepto clave “conservación de la energía” con el software NVIVO 130
Figura 38. Porcentajes de otros conceptos que los futuros docentes tuvieron en cuenta en sus informes 132
Figura 39. Porcentajes de hipótesis emitidas sobre las variables independientes 135
Figura 40. Cantidad de futuros docentes que han presentado las variables experimentales de manera correcta e incorrecta 136
Figura 41. Resultados porcentuales sobre las respuestas de las magnitudes físicas a medir 138
Figura 42. Resultados de las representaciones visuales que pretendían realizar los futuros docentes para su experimentación 139
Figura 43. Representación visual de imágenes de la Wed 140
Figura 44. Representación visual de fotos a los materiales utilizados para construir el plano inclinado 140
Figura 45. Representación visual de un dibujo manual 141
Figura 46. Datos informativos sobre los recursos utilizados por los futuros docentes para el desarrollo de la situación problemática 144
Figura 47. Experimentación mediante un simulador 145
Figura 48. Experimentación mediante un experimento casero 146
Figura 49. Experimentación mediante el programa Tracker 146

Figura 50. Datos informativos de la cantidad de futuros docentes asociados a los temas de Física para la resolución de la situación problemática 147
Figura 51. Tabla de registro de datos del tiempo frente a cada pelota propuesta por el futuro docente A6 149
Figura 52. Tabla de registro de datos de la Energía mecánica de una de las bolas propuestas por el futuro docente A7 149
Figura 53. Tabla de registro de datos del tiempo frente a los móviles propuestos por el futuro docente A1 150
Figura 54. Porcentajes del análisis de los futuros docentes respecto a sus hipótesis planteadas 152
Figura 55. Evaluación de las conclusiones presentadas por los futuros docentes respecto a lo que se esperaba que comprueben 154
Figura 56. Porcentajes de la evaluación de la reformulación de la pregunta investigable de los futuros docentes 158
Figura 57. Porcentajes de la evaluación del planteamiento de las hipótesis de los futuros docentes161
Figura 58. Porcentajes de la evaluación del planteamiento de las variables experimentales de los futuros docentes 163
Figura 59. Porcentajes de la evaluación de la capacidad “Diseña estrategias para hacer indagación” 165
Figura 60. Porcentajes de la evaluación de la capacidad “Genera y registra datos e información” ...168
Figura 61. Porcentajes de la evaluación de la capacidad “Analiza datos e información” 170
Figura 62. Porcentajes de la evaluación de la capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” 172
Figura 63. Porcentajes de la evaluación del apartado de la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática 174
Figura 64. Porcentajes de la evaluación del apartado de la relación de los conceptos clave y las conclusiones 177

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Introducción

La enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales es una problemática que preocupa a muchas instituciones que involucran este proceso educativo. Uno de los aspectos más relevantes de la problemática lo constituye el bajo rendimiento en los estudiantes, sobre lo cual se estima que una de las posibles soluciones se centra, básicamente, en la aplicación de una metodología de enseñanza-aprendizaje adecuada que permita al estudiante ser partícipe de la resolución de situaciones problemáticas de manera eficaz. En el contexto educativo peruano, lo que se espera de los estudiantes, de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de educación (MINEDU), es que desarrollen las capacidades de las competencias del área de Ciencia y Tecnología para así lograr cumplir con el perfil de egreso que concierne a esta área. Para contribuir a dar solución a esta problemática, se pretende que la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) aplicada en la resolución de situaciones problemáticas abiertas pueda ser incluida entre las estrategias indagativas utilizadas en el contexto educativo peruano por profesores que enseñan el curso de Ciencia y Tecnología.

Según lo dicho en el párrafo anterior, esta investigación plantea por objetivo principal "Determinar el nivel de logro de la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) aplicada para resolver la situación problemática abierta: ¿Qué canica va más rápido en un plano inclinado? en la apropiación de las capacidades de las competencias: Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos y Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo, por parte de los estudiantes para profesor de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura". La presente investigación se estructura en cuatro capítulos que serán explicados brevemente a continuación:

En el primer capítulo, se explica la caracterización del problema, la formulación del problema, los objetivos de investigación: general y específicos, se justifica la investigación y se presentan los antecedentes de estudio: internacionales, nacionales e institucionales.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico que sustenta lo relacionado con esta investigación. De tal manera, se menciona la importancia de la formación inicial del docente de ciencias, se explica el concepto de indagación y situaciones problemáticas con sus respectivos tipos, se explican y especifican las fases de la MRPI, se desarrollan los temas de física con los que se podría relacionar la situación problemática planteada, y finalmente se detallan los métodos y herramientas que se pueden utilizar para el desarrollo de esta misma situación.

En el tercer capítulo, se explica la metodología de investigación utilizada en el presente trabajo, en la cual se detalla el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos. Finalmente, se explica la descripción de la situación problemática propuesta.

En el cuarto capítulo, se aborda la explicación de los resultados obtenidos según las fases de la MRPI, se realiza la evaluación de las capacidades elegidas para tener en cuenta del área de Ciencia y Tecnología mediante las rúbricas designadas para la evaluación de cada una, y se especifica el nivel de logro de cada capacidad aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). En este mismo apartado, se discuten los resultados obtenidos haciendo una comparación con otros autores que han realizado investigaciones similares.

Finalmente, se exponen las conclusiones a las que se han llegado en este trabajo de investigación, se presentan las limitaciones y se brindan algunas recomendaciones que se podrían tener en cuenta para futuras investigaciones.

Capítulo 1. Planteamiento de la investigación

En este capítulo, se presentan cinco apartados del presente trabajo de investigación. Primero, se realiza la caracterización del problema. Segundo, se especifica la formulación del problema. Tercero, se detallan los objetivos de la investigación. Cuarto, se muestra la justificación de la investigación. Finalmente, se presentan los antecedentes de estudio (internacionales, nacionales e institucionales) que sustentan este presente trabajo.

1.1 Caracterización de la problemática

En los últimos años, se ha venido evaluando la educación de los diferentes países con programas internacionales; como, por ejemplo: PISA (Programa Internacional de Evaluaciones de Estudiantes), LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación) y ICCS (Estudio Internacional de Educación Cívica y Ciudadana). Entre todos estos destaca, en el ámbito de secundaria, la prueba PISA, "PISA mide hasta qué punto el alumno de 15 años (…) ha adquirido conocimientos y destrezas clave que son esenciales para la plena participación en las sociedades modernas" (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2016, p. 11). Esta evaluación ha permitido recoger información valiosa sobre los aspectos que aún faltan por mejorar en el ámbito educativo de cada país y sobre aquellas ventajas que se deben mantener. Entre las desventajas que más sobresalen es la falta de adquisición de la "competencia científica", es por ello por lo que se pretende que los países con bajo desempeño en esta competencia encuentren metodologías que contribuyan a su mejora, erradicando la educación tradicional y fomentando una formación inicial de los futuros profesores enfocada en erradicar la enseñanza tradicional que aún existe. Al respecto, Rodríguez-Arteche (2018) sugiere que desde la comunidad dedicada a la formación de profesores y a la investigación en didáctica de las ciencias, se presenta la oportunidad de enfatizar en el trabajo sobre competencias y alfabetización en ciencia y tecnología, ya que esto mejora el desempeño de los estudiantes y da una motivación hacia las materias que se enseñan. El Perú, contexto de la presente investigación, es uno de los países que es evaluado a través del examen PISA y las evaluaciones de los últimos años revelaron que:

> El Perú se ubicó en el último lugar de entre los 65 países evaluados en el área de ciencias, con débiles logros en el desarrollo de competencias científicas. Este resultado refleja la existencia de debilidades en la enseñanza de la ciencia y el insuficiente aprendizaje por parte de los estudiantes (Yaranga, 2015, p. 5).

De acuerdo con lo citado anteriormente, se pone de manifiesto que existe una complicación esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje; por un lado, se observa un déficit de aprendizaje por parte de los alumnos, y por otro, una equivocada aplicación de la metodología que emplean los profesores (Ibáñez, 2003). Esta problemática es causada por muchas razones que están presentes en el ámbito educativo, entre ellas se puede evidenciar: el desinterés de los educandos en el momento

en que se les enseña los temas relacionados con las ciencias (Solbes et al., 2007), la falta de conocimiento de la materia por parte de los profesores (Gil, 1991), el inadecuado método que se emplea para enseñar ciencias (Campanario y Moya, 1999), el empleo de pocos recursos didácticos en las aulas (García, 2011), entre otros.

Si bien es cierto, son muchas las causas que originan esta problemática, existe una fundamental, la cual es el empleo de una adecuada metodología para enseñar ciencias. Al no emplearse una propicia se cae en el riesgo de que los estudiantes no presten atención a las clases, adopten una actitud pasiva donde solo se dediquen a recibir contenidos que les proporciona el docente y trabajen con recursos didácticos poco efectivos; además, no desarrollan su conocimiento científico que tiene como objetivo el potenciar la indagación (Ibáñez, 2003; Benegas, 2007).

La investigación que se reporta en este trabajo está enfocada en la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), esta metodología se basa en la resolución de situaciones problemáticas abiertas, en donde se espera que los futuros docentes de Matemática y Física busquen información con relación al tema y den posibles soluciones a la propuesta. En la MRPI se consideran cinco fases: análisis cualitativo del problema, emisión de hipótesis, diseño de estrategias de resolución, resolución del problema y análisis de resultados (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013a); aplicando estas fases se espera que los futuros docentes tengan una adquisición positiva de la competencia científica. Con ello, se estaría atendiendo en cierta parte a la problemática descrita en el inicio, ya que contribuye a la formación inicial de estos docentes especializándolos en una metodología que les puede servir para atender el desarrollo de dicha competencia.

Por otro lado, se pretende con esta propuesta de estrategia indagativa que los temas que se imparten en ciencias sean de interés y que, a través de la investigación científica como se caracteriza fundamentalmente esta metodología, los alumnos puedan generar un mejor aprendizaje. Si se incluyera en la enseñanza de ciencias en el Perú esta metodología como una opción, tal como señala la literatura, posiblemente el proceso educativo sea más eficaz y los temas que se enseñan en ciencias puedan ser un poco más complejos. Lo que propondría que de alguna forma se cambie la enseñanza tradicional, tal como lo afirman Näslund-Hadley et al. (2010), dejando de lado actividades menos exigentes en donde se asignan tareas de aprendizaje que requieren de poco esfuerzo cognitivo.

1.2 Formulación del problema

El problema que se aborda en la presenta investigación es el siguiente:

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es el nivel de logro alcanzado en las capacidades de las competencias: “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, cuando se

aplica la MRPI para resolver la situación problemática ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, por parte de futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura en el semestre 2020-II?

1.3 Objetivos de la investigación

Los objetivos que se desean alcanzar en la presente investigación se detallan a continuación:

1.3.1 *Objetivo general*

Determinar el nivel de logro de las capacidades de las competencias: "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", cuando se aplica la MRPI para resolver la situación problemática ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, por parte de los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura en el semestre 2020-II.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Problematiza situaciones" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.
- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.
- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Genera y registra datos e información" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.
- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Analiza datos e información" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.
- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.
- Analizar el nivel logrado de la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura 2020-II.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación tiene como objetivo general determinar si aplicando en los temas: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, Segunda ley de Newton y Energía mecánica, la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) se logra la adquisición de las capacidades de las competencias "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia

y energía, biodiversidad, Tierra y universo" por parte de los futuros docentes de Matemática y Física de la Universidad de Piura.

Para ser más específicos, en cuanto a las capacidades que serán evaluadas en cada competencia se considerarán las presentadas por el Ministerio de Educación (MINEDU, 2016) en su "Programa curricular de Educación Secundaria", estas capacidades son las siguientes:

- Competencia: Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos.

➢ Capacidades:

- Problematiza situaciones.
- Diseña estrategias para hacer indagación.
- Genera y registra datos e información.
- Analiza datos e información.
- Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.

- Competencia: Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.

➢ Capacidades:

- Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.

La línea de investigación que se sigue es el de Enseñanza aprendizaje de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura en el campo de Formación del profesorado, ya que se pretende investigar la influencia de la aplicación de la MRPI en la resolución de situaciones problemáticas para determinar el nivel de logro de las capacidades de las competencias: "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", planteadas en el contexto peruano para el área de Ciencia y Tecnología (MINEDU, 2016), tomando una muestra de futuros docentes de Matemática y Física que cursan estudios en Física III y su Didáctica en el semestre académico 2020-II. Cabe señalar que, la competencia "Diseña y construye soluciones para resolver problemas de su entorno" que forma parte de los lineamientos para la enseñanza de las ciencias en Perú no será motivo de investigación en el presente trabajo.

La importancia de esta investigación reside en el hecho de que se realiza la evaluación y el análisis del nivel logrado por los futuros docentes mediante el desarrollo de la situación problemática abierta: ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, teniendo como base las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI). Se pretende que mediante este estudio se conciba un interés por investigar en la aplicación de metodologías novedosas en la enseñanza de las ciencias y así contribuir de la mejor manera en potenciar el desarrollo de las

competencias: “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, que tanto queda de lado por no tener conocimiento de la aplicación de una buena metodología. Por otro lado, como expresa Yaranga (2015) una investigación así también “aporta a la didáctica de las ciencias un conjunto de conocimientos y actividades pedagógicas basadas en la indagación científica como el medio eficaz para la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria” (p. 8).

La investigación proporcionará indicios de los niveles de logro las capacidades de las competencias “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo” aplicando la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) que se pretende trabajar con respecto a los temas de ciencias. A su vez, la implementación de la MRPI como estrategia, abre la posibilidad a los futuros docentes de contar con la opción de aplicarla cuando estos ejerzan su profesión en el ámbito educativo; permitiendo a su vez reconocerla como una estrategia de enseñanza que conlleva a que los estudiantes puedan alcanzar un alto grado de investigación (Huamani, 2018).

A partir de la investigación que se desea realizar, se pretende fundamentar la enseñanza de las ciencias aplicando una metodología que parte de una indagación que enriquece de manera innovadora la actividad científica, ya que los alumnos se cuestionan sobre lo que hacen y generan en su indagación científica. Crujeiras y Jiménez (2015b) dan más relevancia a esto expresando que “la indagación científica es una dimensión importante en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias porque requiere que los estudiantes utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas” (p. 64).

1.5 Antecedentes de estudio

Para la presente investigación se han revisado antecedentes institucionales, nacionales e internacionales relacionados con la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) y con los temas de Ciencia y Tecnología, estos antecedentes se presentan a continuación.

1.5.1 *Antecedentes internacionales*

Primer antecedente internacional. Rodríguez-Arteche (2018) en su tesis doctoral “Propuesta formativa de Didáctica de la Química. Las actividades indagativas para la Educación Secundaria como problema profesional” se planteó dos preguntas de investigación, las cuales se subdividen en tres objetivos cada una. La primera pregunta investigable fue: ¿Cuál es el efecto de una propuesta formativa para las asignaturas de didácticas específicas en un grupo de futuros profesores de física y química?, en esta pregunta sus objetivos propuestos fueron: justificar los componentes del programa formativo de didácticas específicas orientado a favorecer la construcción de Conocimiento Didáctico

del Contenido (CDC), comprobar la eficacia de la propuesta formativa en términos de evolución en las creencias profesionales de los futuros docentes y caracterizar la visión final de los futuros profesores sobre el problema profesional: ¿Cómo se pueden diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje para una Unidad Didáctica? La segunda pregunta investigable fue: ¿Cómo es el desarrollo de la competencia científica y el aprendizaje sobre las características de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) por parte de los futuros profesores, a raíz de resolver problemas abiertos escolares en la asignatura de Didáctica de la Química?, en esta pregunta sus objetivos propuestos fueron: analizar el nivel de competencia de los futuros profesores en la resolución de los problemas sobre cambios físicos y químicos, identificar la visión asumida por los futuros profesores sobre la implementación de la MRPI en Educación Secundaria y ejemplificar la transferencia de la MRPI a Educación Secundaria durante las prácticas docentes.

La investigación se dio durante el dictado de la materia "Didáctica de la Química y de la Física" entre el año 2015 y 2016 implementando la propuesta del año 2014-2015; los participantes de la muestra fueron 27 estudiantes de la especialidad de Física y Química del Máster en Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) en el período 2014-2015, y 25 estudiantes de la especialidad de Física y Química del Máster en Formación del Profesorado de Secundaria de la misma universidad en el período 2015-2016. Para esta investigación se trabajó con los datos recogidos de los dos grupos por separado los cuales se centraron en responder las preguntas de situaciones problemáticas abiertas determinadas por el autor para que sean analizadas.

Los materiales que ayudan en el análisis de los resultados cualitativos y cuantitativos de esta investigación fueron las entrevistas semiestructuradas realizadas a los participantes, en donde estos dieron su percepción sobre la MRPI y sobre la posible aplicación a la educación secundaria, y los informes sobre la resolución de situaciones problemáticas las cuales contuvieron las cinco fases de la MRPI. Los instrumentos que se emplearon fueron: el cuestionario de pensamiento curricular y profesional y el cuestionario de visión sobre la aplicabilidad de la MRPI.

Algunas conclusiones relevantes a las que se llegó en esta investigación fueron: que los estudiantes evolucionan de manera favorable en el aprendizaje de las capacidades incluidas en la MRPI, alcanzando niveles de resolución elevados en la mayor parte de las dimensiones competenciales y que los futuros profesores asumieron la utilidad de la MRPI para promover los logros escolares en dos de los tres ámbitos principales de la enseñanza de las ciencias: el desarrollo de destrezas científicas (procedimientos) y la promoción del interés hacia la ciencia y sus características (actitudes).

La relación que existe entre esta investigación con la actual es que se aplicó la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), en este caso su aplicación fue en los contenidos de dos áreas: física y química, muy relacionada con la investigación actual en donde se trabaja con

temas de física. Además, existe una relación en cuanto a la muestra con la que se trabaja, en este caso futuros docentes, que cursan la materia de Física.

Segundo antecedente internacional. Pavón y Martínez-Aznar (2014) en su investigación "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" se plantearon como objetivo comprobar si aplicando la MRPI en alumnos con necesidades especiales de aprendizaje existe una eficacia en cuanto a la adquisición de la competencia científica.

Para realizar esta investigación se diseñó una unidad didáctica que permite la introducción de la MRPI como una nueva metodología, se planteó la pregunta investigable y se invitó a los alumnos a desarrollarla en sus hogares; a partir de cada sesión se fue desarrollando la situación tomando como referencia las fases de la MRPI, todo este proceso se realizó formando grupos cooperativos. La muestra para esta investigación fueron 11 estudiantes de cuarto de ESO (5 chicos y 6 chicas) entre 16 y 18 años integrados en el ámbito científico-tecnológico (ACT) del programa de diversificación del Colegio Lourdes de Madrid. Los instrumentos con los que se recogieron los datos para esta investigación fueron: las producciones individuales desarrolladas por los alumnos y el cuestionario de satisfacción adaptado a la MRPI.

Las conclusiones a las que se llegó en esta investigación muestran que existe una mejora sustancial en los diferentes aspectos de las dimensiones de la competencia científica sobre la base de la aplicación de la MRPI; los alumnos con necesidades especiales tomados como muestra han alcanzado niveles competenciales altos tras haber utilizado la MRPI para resolver las situaciones problemáticas de la unidad didáctica ejecutada, especialmente en las dimensiones: emisión de hipótesis y análisis de los resultados; además, se concluyó que los estudiantes muestran una actitud favorable respecto a la utilización de la metodología para resolver situaciones problemáticas siguiendo las cinco fases que la componen.

La relación que existe con esta investigación es la aplicación de la misma metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), la forma de trabajar (a base de grupos cooperativos) y la manera de resolver las situaciones problemáticas abiertas a través de la investigación de información externa. Es importante saber que la MRPI influye en un grupo de alumnos con necesidades especiales, lo que hace pensar que no solo es adaptable para una muestra de Educación Básica Regular (EBR) sino también para una muestra poblacional de alumnos de Educación Básica Especial (EBE).

Tercer antecedente internacional. Martínez-Aznar y Varela (2009) en su investigación "La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros" se propusieron como objetivo la evaluación de una secuencia de problemas que constituyen una unidad didáctica centrada en la

energía, constatar si existe cierta influencia en su resolución aplicando la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI).

Para esta investigación los estudiantes que formaron parte de la muestra trabajaron de manera autónoma, organizados libremente en grupos de 4 o 5 personas de acuerdo con sus intereses, utilizaron una plantilla donde aparecen las situaciones problemáticas abiertas que se desarrollaron en 3 o 4 sesiones de 90 minutos. Los alumnos trabajaron en sus grupos discutiendo y desarrollando lo que se les pedía en todas las fases de la MRPI, el profesor sirvió de guía y brindó apoyo cuando se evidenciaba alguna dificultad en el proceso. La muestra, de la que se habla, estuvo constituida por 35 personas de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid correspondiente a los estudios de primer curso de formación inicial de maestros con una media de 19,2 años. Los instrumentos que sirvieron para recoger la información fueron: algunos cuestionarios, la unidad didáctica que se diseñó, los diagramas cualitativos del tipo Bliss, la prueba Wilcoxon y afiches.

Las conclusiones a las que se llegó en esta investigación son: de una parte, los maestros en formación inicial mejoran de forma relevante en la utilización de los procedimientos incluidos en la MRPI. De otra, los estudiantes son capaces de transferir el aprendizaje de la metodología a los distintos problemas incluidos en la unidad a pesar de afrontar diferentes contextos sobre la energía y sus cualidades y los futuros maestros, trabajando con el modelo de resolución de problemas propuestos, evolucionan favorablemente hacia visiones más complejas de los contenidos abordados.

La relación que existe con esta investigación está en la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI); además, se trabaja con una muestra de los futuros profesores de la universidad para analizar cómo es la adopción en estos y si es favorable para aplicarlo en la Educación Secundaria. La relación está tanto en la aplicación de la MRPI como en su muestra que se tomó para investigar.

Cuarto antecedente internacional. Bárcena (2015) en su tesis doctoral "Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato" se planteó como objetivo principal la comprobación del aprendizaje por cambios conceptuales de los conocimientos sobre las reacciones químicas y su energía, y su persistencia en el tiempo. Luego de haberla realizado con la metodología para la resolución de situaciones problemáticas, en disciplinas como la Química para primer curso de bachillerato.

Para esta investigación se crearon dos grupos: uno experimental y el otro de control, de tal manera que la variable independiente fue la utilización de la MRPI o la ausencia de esta. La muestra poblacional de esta investigación se escogió en el curso de 1° de bachillerato y se realizaron dos fases de investigación con diferentes grupos, tanto de experimentación como de control. En la primera fase (1999/2000) el grupo de experimentación estuvo formado por una clase de 28 estudiantes, 24 mujeres y 4 hombres, de edad media 16,5 años, de 1° de Bachillerato LOGSE de la modalidad de Ciencias de la

Naturaleza y la Salud del IES Doctor Marañón (Alcalá de Henares). La muestra que constituyó el grupo de control fue una clase formada por 23 alumnos del mismo centro, constó de 13 mujeres y 10 hombres con una edad media de 16,6 años. En la segunda fase (2001/2002) la muestra del grupo de experimentación consistió en un total de 30 alumnos de la localidad madrileña de Rivas Vaciamadrid, 5 son mujeres y 25 son hombres, de edad media 16,6 años. La muestra del grupo de control consistió en 39 estudiantes, 20 mujeres y 19 hombres, de edad media 16,7 años pertenecientes a dos clases de 1° de bachillerato, una de la modalidad Ciencias de la Naturaleza y la Salud y la otra con la modalidad de Tecnológico, al igual que la muestra del grupo experimental de ese año. Los instrumentos para recoger los datos de esta investigación fueron: cuestionarios iniciales y finales, test de Metacognición - MRPI y pruebas de problemas cerrados.

En esta investigación se llegaron a conclusiones como: la metodología de enseñanza MRPI resulta eficaz, pues los alumnos presentan una evolución estadística significativa hacia niveles más complejos de resolución de variables metodológicas y de verbalización; en ambas fases se observa que al final del proceso de enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje logrado en lo que se refiere a los procedimientos científicos presentes a las variables metodológicas, ha alcanzado niveles de resolución altos en todas ellas; y los estudiantes que conforman el grupo experimental modifican de forma estadísticamente significativa sus concepciones alternativas sobre reacciones químicas, además existió un aprendizaje significativo en ellos sobre los conceptos involucrados.

La relación que se establece con esta investigación es la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), en donde se concluye que es favorable plantearla para enseñar contenidos de ciencias y que tiene buena adaptación de los participantes de la muestra. Las fases que conforman esta metodología resultan muy bien establecidas y además permite trabajar con situaciones problemáticas abiertas.

1.5.2 *Antecedentes nacionales*

Primer antecedente nacional. Capetillo (2015) en su tesis de maestría “Percepciones sobre las actividades experimentales en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente en docentes de la Ugel Chincha. Ica”, se planteó como objetivo la descripción sobre las percepciones de las actividades experimentales centradas en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente (CTA) que muestran los docentes de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) Chincha del departamento de Ica.

En esta investigación el procedimiento que se siguió fue a través de una investigación cuantitativa. La cual se centró en la descripción de actividades experimentales hecha por docentes pertenecientes a la UGEL de Chincha, esto permitió caracterizar las percepciones y prácticas docentes, las actitudes positivas y negativas hacia las actividades experimentales y las percepciones positivas y negativas sobre el involucramiento y control durante las actividades experimentales; para este caso los participantes se formaron en grupos respectivos para responder a las actividades planteadas, al

final se realizó una comparación de los resultados entre los grupos constituidos. Los que integraron la población para esta investigación fueron todos los docentes del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente que laboran en la Zona Costa de Chincha. Para recoger la información de la investigación se aplicó un cuestionario de autorreporte que incluye 60 reactivos tipo Likert, además de una encuesta realizada a los docentes participantes.

En esta investigación se concluyó que: los profesores de la UGEL de Chincha del departamento de Ica presentaron percepciones favorables, tras su evaluación, manifestaron que las actividades experimentales presentan un gran valor; se estima notablemente las finalidades cognitivas tomando como referencia las características de los propósitos cognitivos y afectivos situados en las actividades experimentales; además, se presentó una alta valoración del involucramiento durante estas actividades por parte de los docentes de la población.

Esta investigación se relaciona en la adquisición de un enfoque para la enseñanza de la ciencia, toma como punto de partida la indagación científica y se motiva a un aprendizaje como investigación; por otro lado, se trabaja con profesores del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente que es una población similar a la propuesta, además involucra temas relacionados con el curso antes mencionado que es al cual se pretende dejar la MRPI. La investigación que realizó este autor permite dar a conocer que los profesores participantes pueden adquirir de manera favorable algunas metodologías que involucren la indagación, por lo que sería conveniente en algún momento trabajar con ellos planteando la MRPI.

Segundo antecedente nacional. Yaranga (2015) en su tesis de maestría "Procesos de indagación científica que generan los docentes en la enseñanza del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente. I.E. 7059. Ugel 01. Lima. 2015" se planteó como objetivo general realizar una descripción sobre aquellos procesos de indagación científica que son generados por los profesores del VI del nivel secundario mediante el proceso de enseñanza del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente de la I.E.7059.

Esta investigación fue del tipo cualitativa, descriptiva e interpretativa, trató de describir el hecho y características de la práctica docente, a través del proceso de indagación científica; estos profesores partieron de una formulación de preguntas para luego concretar sus hipótesis, se logró recoger los datos más importantes de la experimentación, con lo cual aprobaron la hipótesis propuesta, y por último llegaron a una generalización. La muestra que se tomó en cuenta fue de 5 docentes del área de CTA de la I.E. JAE, los instrumentos y los materiales aquí empleados fueron: entrevistas semiestructuradas y la observación, además de los instrumentos de elaboración propia.

En esta tesis se concluyó que aún existen docentes que no generan el proceso de formulación de preguntas, centrando así su enseñanza en lo tradicional, promueven una manera errónea de plantear la hipótesis, generan la recolección y registro de datos de una manera desacertada, originan

pruebas de la hipótesis con ideas confusas y muestran una postura contradictoria en el momento de las entrevistas con lo que realizan con su práctica en el aula.

La relación que existe entre la presente investigación con esta tesis es: la fomentación de la indagación científica para resolver actividades científicas. Por otra parte, su estructura es similar a las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación, pero varía en que en esta se parte de situaciones donde no se requiere mucho la investigación científica y en la MRPI si se requiere, ya que se parte de situaciones problemáticas abiertas.

Tercer antecedente nacional. Cambillo y Porta (2014) en su tesis "Guías experimentales de Cinemática para desarrollar la capacidad de indagación y experimentación, en estudiantes de la institución educativa Santa Isabel-Huancayo" se planteó como objetivo general: comprobar si las guías experimentales de cinemática tienen una influencia en el desarrollo de la capacidad de indagación y experimentación en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente en estudiantes del quinto grado de la I.E. Santa Isabel.

Esta investigación se centró en un método científico de la investigación, el cual es el experimental, teniendo un pre y post test; se aplicó guías experimentales a los grupos conformados por el autor en el cual hubo un grupo de control y uno de experimentación, al final se comparó los resultados de los dos grupos. La muestra para esta investigación son 62 alumnos del quinto grado, 33 de ellos estudiantes del grupo experimental y 29 estudiantes del grupo control. La técnica que se utilizó fue la evaluación educativa para lo cual se construyó, adaptó y seleccionó la prueba pedagógica.

En esta investigación se concluyó que al aplicar las guías experimentales de cinemática existe una influencia notoria en el desarrollo de la capacidad de indagación y experimentación, el grupo experimental mostró mejor avance en las capacidades de: realiza, aplica y formula, como algunas otras que se relacionan con las ya mencionadas; estas conclusiones se dan comparando y analizando los resultados de los promedios del grupo de control con el del grupo experimental.

La relación que existe con esta tesis es que se trabaja con temas de cinemática tomando como referencia la indagación y experimentación; además, la muestra de estudio se encuentra aprendiendo cuestiones de cinemática, lo que hace suponer que es muy favorable aplicar una metodología que implique indagación en temas como este.

Cuarto antecedente nacional. Huamani (2018) en su tesis de maestría "Enseñanza aprendizaje mediante módulos experimentales en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física I de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería durante el año 2017" se planteó como objetivo general: la determinación de la influencia de la enseñanza aprendizaje a través de módulos experimentales en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física I de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Esta investigación fue de tipo experimental, que tomó como estudio a dos grupos: uno experimental y el otro de control; para empezar, se aplicó una prueba inicial (pre-test) a los dos grupos, el autor a través de esta prueba determinó que los dos grupos son homogéneos y realizó la investigación, para finalizar se aplicó una prueba (post-test) a ambos grupos y se contrastan los resultados. La muestra estuvo conformada por los estudiantes de dos secciones matriculados en el curso de Física I, en total son 60 alumnos. Los instrumentos y técnicas de recojo de datos fueron: los test que se aplican al inicio y al final de la investigación adaptados a la escala de Likert.

El autor a través de esta investigación llegó a conclusiones como: el uso de módulos experimentales en la enseñanza del curso de Física I genera una influencia significativa en el rendimiento académico de los alumnos participantes del grupo de experimentación con relación al grupo de control y que existe un incremento en los resultados actitudinales.

La relación que existe con esta investigación es que se trabaja con una muestra poblacional que cursa Física I, en la cual se propuso a realizar temas de esta materia que aplicaba una metodología de enseñanza a través de módulos experimentales. Esta investigación manifiesta que trabajando con una muestra que estuvo estudiando en una Universidad tiene mucha relevancia, ya que los participantes pueden adoptar una nueva metodología para aprender cuestiones de Física.

1.5.3 *Antecedentes institucionales*

Luego de haber realizado la recisión de la literatura se ha encontrado un trabajo de investigación realizado en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura que se relaciona directamente con la presente investigación, este trabajo se presenta a continuación:

Tello (2022) en su tesis “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” se planteó como objetivo general: determinar la influencia de la MRPI cuando se aplica para la resolución de una situación problemática que involucra el tema de circuitos eléctricos. Y también, analizar el nivel de logro 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 que estudiaban el curso de Física III y su Didáctica en el semestre 2020 II.

Esta investigación presentó un paradigma interpretativo con una metodología mixta, su población y muestra fueron 18 futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física (8 mujeres y 10 varones) los cuales desarrollaron una situación problemática abierta que involucraba el tema de circuitos eléctricos. La técnica de recogida de datos se realizó mediante informes y vídeos en donde se especificó la resolución de la situación problemática.

El autor a través de esta investigación llegó a conclusiones como: la MRPI influye de manera eficaz en el desarrollo de la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir

conocimientos” en futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física cuando estos desarrollaron la situación problemática siguiendo las fases de dicha metodología. Además, se llegó a niveles de logro “Muy bueno” y “Bueno” para las capacidades de la competencia antes mencionada.

La relación que existe con este trabajo de investigación es que de una parte se tuvo la misma muestra de trabajo, futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura del semestre 2020-II. De otra, se presentó una situación problemática abierta de los temas del curso de Física III y su Didáctica, se siguió la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) y se evaluaron capacidades del área de Ciencia y Tecnología en donde se aplica la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) para determinar el nivel de logro de cada una.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo se aborda el sustento teórico del presente trabajo de investigación. Primero, se aborda el fundamento teórico sobre la formación inicial de los futuros docentes de ciencias, enfocado en explicar el desarrollo académico que experimentan estos en la enseñanza-aprendizaje en el nivel secundario. También se señalan las metodologías que más se tienen en cuenta para enseñar ciencias naturales en este nivel y se detalla el dominio de la competencia científica que se alcanza con estas metodologías. Segundo, se explica lo concerniente a indagación, sus tipos y se llega a una definición de lo que sería indagación científica. Tercero, se explica lo relacionado con lo que son situaciones problemáticas, sus dos tipos: abiertas y cerradas, para fundamentar la que pertenece a la metodología propuesta para la presente investigación. Cuarto, se aborda la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) explicando sus características y fases que la estructuran. Quinto, se fundamentan los temas de Física que se relacionan con la situación problemática abierta planteada como son: MRUA, Segunda ley de Newton y Energía mecánica. Finalmente, se presentan los métodos y herramientas que se pueden utilizar para desarrollar la situación problemática abierta planteada para esta investigación.

2.1 Formación inicial de docentes de ciencias naturales

Conocer sobre la formación inicial del profesorado de ciencias es fundamental para entender diferentes cuestionamientos que se hacen sobre la enseñanza de las ciencias naturales y tratar de ir mejorando en ello, este tema va relacionado directamente con el inicio de la formación profesional que adopta el futuro docente que va a enseñar ciencias naturales (Cardeñoso et al., 2015).

2.1.1 *Marco formativo de los futuros docentes de ciencias naturales en la educación secundaria*

Durante la etapa de formación profesional en educación, el futuro docente debe desarrollar ciertas cualidades personales que le ayudarán a desempeñarse de manera exitosa durante su vida universitaria; precisamente se diría que debe procurar ser competente teniendo la capacidad para poner en práctica de forma conjunta (en contextos y circunstancias múltiples): las destrezas, actitudes y conocimientos que va a ir adquiriendo y aprendiendo a lo largo de este tiempo; además, debe tener presente que el sentido de su profesión radica en lo que realiza día a día en su formación profesional (Ferrés-Gurt et al., 2015; Bolívar, 2007).

Por otro lado, se debe reconocer que cuando un futuro profesor se especializa en una materia sabe que lo hace porque posee ciertos dominios y habilidades que le pueden resultar una ventaja para su desempeño; en el caso de un profesor de ciencias naturales, esto resulta de igual manera, pues así lo afirma Mellado (1996) expresando que “cuando el profesor de ciencias en formación comienza sus estudios universitarios, lo hace con unos conocimientos, valores, creencias y actitudes sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, (…), fruto de sus años previos de escolaridad” (p. 298).

Cuando el futuro profesor se encuentra en su etapa de formación establece ciertos vínculos con sus profesores de especialidad, que le ayudan a concebir ciertas estrategias de cómo llevar mejor sus materias, cada una de ellas posee unas ciertas tradiciones y creencias sobre la mejor manera de aprenderlas para luego enseñarlas (Mellado, 1996). Esto tiene como resultado contar con la experiencia y conocimiento de parte de sus profesores, lo cual le proporcionará criterios para desempeñarse al momento de egresar.

La formación de un futuro docente de ciencias naturales requiere de todos los aspectos enunciados en las líneas precedentes; además, si se toma en cuenta su campo de acción, debe adquirir ciertas metodologías para enseñar ciencias, orientarse a aprender contenidos relacionados con su especialidad y desarrollar su competencia científica (Cardeñoso et al., 2015).

En la adquisición de metodologías de enseñanza se tendría que motivar mucho en adquirir las mejores posibles; ya que, es "un ámbito curricular esencial pues, entre otras razones, constituye la principal preocupación de los futuros maestros cuando tienen que enseñar un contenido de ciencias" (Hamed et al., 2016, p. 477). Este ámbito resulta fundamental en la formación del futuro profesor de ciencias, pues resulta que es el principal sustento de su vocación y por la cual aprenderán muchos estudiantes, de los cuales unos aprenderán mejor con cierta metodología planteada y otros no. Por lo que el futuro maestro debe ser consciente de ir aprendiendo diferentes metodologías que puedan resultar eficaces para enseñar ciencias (Mellado et al., 1999; Mendoza y Colamarco, 2022).

En lo que concierne a aprender contenidos relacionados con la especialidad, el futuro profesor de ciencias naturales; primeramente, debe cerciorarse de dominar de manera exitosa los contenidos referidos a la ciencia que va a enseñar, pues esto lo encaminaría a ser más competente para el momento que se desempeñe en un espacio educativo. Crujeiras y Puig (2014) refuerzan esta idea expresando que es fundamental que el profesorado que enseña ciencias naturales disponga de una formación en su materia para que así sus estudiantes conciban sus enseñanzas sobre la naturaleza de la ciencia a través de la práctica; además, piensan que es un requisito indispensable mientras los futuros docentes se encuentran en formación.

Con respecto al desarrollo de la competencia científica, en primer lugar, se expone la definición de acuerdo con lo que plantea el Programa de evaluación internacional PISA para luego dar un punto de vista más exacto, este programa (como se citó en Yus et al., 2011) define la competencia científica como:

> La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno

material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como un ciudadano reflexivo (p. 565).

Ante esta definición se puede explicar que la competencia científica es un componente esencial para trabajar en el ámbito educativo, ya que al lograr desarrollarla permite, de manera global, ser un ciudadano bien preparado con una perspectiva diferente de interpretar los fenómenos recurrentes en el entorno, lo que le posibilita brindar una justificación veraz de los fenómenos observados. Al respecto, autores como Crujeiras y Jiménez (2015a) manifiestan que al desarrollar esta competencia se valora un papel importante en una investigación científica, ya que le permite al investigador convencer a la comunidad de la validez que ha generado su conocimiento; por tal motivo, en el contexto educativo el alumnado debe ser capaz de construir buenas justificaciones en relación con los resultados que obtenga durante una investigación.

La etapa de formación del profesorado también involucra la práctica Pre profesional en donde el futuro docente se relaciona más con el sistema educativo, ejecuta lo aprendido teóricamente hasta ese momento y adoptando en algunos casos ciertas metodologías de enseñanza de profesores que ya se desempeñan por algunos años como tales; con esta vivencia en el aula de estudios se pretende llegar al desarrollo integral del futuro docente, poniéndolo en contacto con la realidad educativa para que este pueda identificarla, analizarla, transmita sus propias emociones y optimice su desempeño (Cambillo y Porta, 2014).

El futuro docente durante su práctica preprofesional tiene muchas oportunidades de probar las metodologías de enseñanza que cree conveniente y evaluar si estas tienen éxito o en qué medida no son eficaces; básicamente esto le permite darse cuenta de que en algunos casos cuando se enseña con alguna metodología no resulta favorable para un grupo, pero para otro sí. El practicante debe tener en cuenta que las actividades que muestre en cada sesión de clase deben ser lo suficientemente relacionales y que sigan un orden establecido, ya que esto es lo que le da sentido a la metodología que aplica (Hamed et al., 2016). Para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje es importante señalar la calidad de la competencia metodológica, en la que se tienen en cuenta las habilidades del futuro profesor en ámbitos como: plantear métodos, técnicas, recursos y estrategias (Gómez y Rodríguez, 2014).

2.1.2 *Metodologías utilizadas para la enseñanza de las ciencias naturales*

Enseñar ciencias naturales en el contexto actual resulta un desafío significativo, tanto para los profesores en ejercicio como para los futuros docentes, por lo que estos deben estar bien capacitados en lo que realizan. Cada profesor propone una metodología concreta con respecto a cada tema que ejecuta en su sesión de aprendizaje, analiza previamente qué actividades puede realizar y de qué materiales se puede apoyar para que el aprendizaje tenga éxito. “En la actualidad existe un amplio consenso en la didáctica de las ciencias sobre la necesidad de que la enseñanza de las ciencias tenga

en cuenta cómo se genera y valida el conocimiento científico" (Crujeiras y Jiménez, 2012, p. 12), por lo que el sistema educativo pretende que los profesores de ciencias naturales adopten metodologías que generen aprendizajes relevantes en los estudiantes.

Las metodologías para enseñar ciencias que se utilizan en la actualidad están más inmersas en pretender la innovación, buscan logran un aprendizaje más significativo y desarrollar la competencia científica, aunque algunos profesores aún presentan ciertas metodologías que siguen un estilo tradicional. Pavón y Martínez-Aznar (2014) expresan que "la forma más habitual de trabajar las ciencias a nivel escolar está centrada en el profesor, en las explicaciones y presentaciones de los contenidos científicos que luego el alumnado aplica, repetitivamente, en ejercicios" (p. 471), cuando se enseña de este modo el docente suele recurrir a los contenidos específicos que están en los libros; por su parte, el estudiante se ve obligado a buscar solo las fórmulas que crea conveniente para relacionar los datos e incógnitas transmitidos en los enunciados, centrando así su aprendizaje en un mecanismo neto (Gil et al., 1988).

En muchas ocasiones suele funcionar esta metodología de enseñar a través de lo que proporciona el contenido de los libros, pero se suele centrar al estudiante a un desarrollo mecánico en el que muchas veces se actúe sin comprender los contenidos, y peor aún se torna una dificultad para el conocimiento científico; si a esta dificultad se le añade que en muchas ocasiones se reduce a una descripción de situaciones sin importancia de la vida cotidiana de los estudiantes, se manifestaría como consecuencia la desmotivación de estos en aprender ciencias (Martínez-Aznar e Ibáñez, 2006).

Aunque no resulte una buena metodología enseñar ciencias solo a base de la lectura de enunciados que hay en un libro, no se puede negar que son el recurso primordial que debe poseer el docente. Por su lado, Rodrigues (2010) da cierto crédito a esto y manifiesta que los libros de texto son recursos educativos de los más importantes tanto para maestros como para estudiantes. Añadiendo, que la manera en que se puede encontrar el contenido de estudio, en una estructura lógica y organizada, presentando lo más relevante de los temas, contribuye a ser recurso fundamental para el proceso de aprendizaje. Así como lo expresa este autor no cabe duda de que el apoyo en los libros de ciencias resulta productivo siempre y cuando el docente esté bien preparado y tenga una metodología innovadora.

Como señalan Pavón y Martínez-Aznar (2014), "Para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, las organizaciones internacionales recomiendan el uso de metodologías basadas en la indagación en lugar de los métodos tradicionales" (p. 469). Esto quiere decir que, tanto el futuro docente como los profesores en ejercicio deben tratar de investigar cuáles de estas metodologías son eficientes y adoptarlas para establecerlas en la enseñanza de las ciencias.

Las metodologías innovadoras se centran en la construcción de un conocimiento científico que desarrollen en el estudiante la competencia científica, donde la indagación científica (como enfoque

pedagógico) juega un papel importante, ya que suele ser efectiva y genera la motivación por aprender que tanto se requiere en los aprendices (Busquets et al., 2016). Estas metodologías proponen actividades experimentales siguiendo una estructura flexible, es decir, pueden cambiar durante su ejecución. Con respecto a las actividades experimentales, se puede decir de estas que son una forma muy efectiva de aprender Ciencia, ya que permiten encontrarle sentido a lo que nos rodea, teniendo en cuenta las ideas y explicaciones que se relacionan para crear y responder a nuevas preguntas. Para este caso, es necesario que el docente cumpla el papel de guía resolviendo las dudas de sus estudiantes y ayudándolos en el momento en que estos tomen sus propias decisiones (Capetillo, 2015; Crujeiras y Jiménez, 2012).

En la enseñanza de la física, específicamente, se suele tener cierta dificultad, ya que el alumno tendría que saber básicamente matemática para operar con las fórmulas establecidas y resolver problemas (Nieva, 2015). La resolución de problemas es una actividad muy reconocida en esta área, pues se encuentra inmersa en los currículos académicos y es un instrumento clave para la evaluación que se les hace a los estudiantes de su aprendizaje obtenido (Varela y Martínez-Aznar, 1997). Para esta asignatura existen metodologías innovadoras en las cuales se pretende resolver problemas pero no de la manera habitualmente mecanicista, sino que presentan primeramente situaciones que están más centradas en el quehacer de los escolares; estas metodologías, al igual que las otras, también presentan ciertos inconvenientes, pues no resulta sencillo su adopción y a algunos profesores les resulta muy compleja su estructura (Soto et al., 2009); además, como estas metodologías se caracterizan por presentar situaciones en las cuales no se brindan datos cuantitativos cabe la incapacidad de saber cómo orientar a los alumnos para abordar dichas situaciones y lograr que tengan éxito (Gil et al., 1988).

Aunque se presenten dificultades específicas, autores como Capetillo (2015) considera a la metodología innovadora como una de las mejores estrategias para enseñar. Pues afirman que trata de familiarizar al estudiante en los fenómenos relevantes, los procesos que realiza y los hechos que dispone, además interesa al docente porque puede realizar evaluaciones más llamativas sobre las capacidades científicas que debe desarrollar el estudiante durante las actividades propuestas.

2.1.3 *Dominio de la competencia científica*

Enseñar contenidos curriculares para generar la competencia científica es una de las labores más creativas con las que tiene que lidiar un docente de ciencias, pues como se dijo anteriormente, depende de algunos factores educativos como la metodología con la cual se enseña, los materiales didácticos con los que se cuenta y las actividades que se deseen ejecutar; por otro lado, en “la formación del profesorado debe primar un equilibrio entre conocimientos, habilidades y destrezas” (Gómez y Rodríguez, 2014, p. 308) que le ayuden con su desempeño en el aula para generar el

conocimiento científico que sirve como requisito fundamental de dicha competencia, un profesor que conoce y domina la competencia científica sabrá cómo desarrollarla en sus estudiantes.

Por su parte Imbert y Elosegui (2019) expresan que los docentes tienen que facilitar las formas de aprender a través de la producción de preguntas para investigar, ya que ello transformaría la manera de aprender en los discentes; para lo cual, se deben incorporan estrategias didácticas donde los educandos puedan generar su competencia científica. Lo dicho por estos autores lleva a establecer un vínculo con otra de las características de la competencia científica, que en este caso es la investigación, en donde la labor del estudiante es indagar para promover un conocimiento de lo que realiza.

El aprendizaje como investigación trata de resolver problemas del interés de los alumnos, se parte de los conocimientos que ya se tienen para permitir el surgimiento de nuevas ideas (Capetillo, 2015). El docente debe saber qué es lo que básicamente han aprendido anteriormente sus estudiantes para relacionarlos con los nuevos contenidos que deben ser investigados; los resultados a los que logren llegar pueden ser similares y diferentes en algunos casos, y de igual forma existe la probabilidad de que se dé una interpretación diferente en algunos incluso obteniendo los mismos resultados, pues se realiza un aprendizaje subjetivo en la construcción del conocimiento (Crujeiras y Jiménez, 2012).

En suma, autores como Franco-Mariscal et al. (2014) expresan que, si se quiere que la enseñanza de las ciencias naturales contribuya al desarrollo de la competencia científica de los estudiantes, el docente tendría que plantearse principalmente cuestiones como ¿cuáles son los aspectos claves que pueden dificultar o facilitar esta labor?, y ¿qué medidas se toman al respecto cuando aparecen ciertas dificultades? Por su parte, Sáez y Cortés (2019) manifiestan que para la formación inicial del profesorado de secundaria se deben planificar en los trabajos prácticos actividades que sobresalgan más allá con respecto a la propia realización de experiencias que se aplican en el aula. Teniendo como referencia las ideas mostradas por estos autores, se puede fundamentar que la competencia científica debe sustentarse en primer lugar en la planificación de actividades. Además, deberá evaluar previamente los posibles resultados que se puedan presentar durante la ejecución de estas. Otro aspecto para considerar es que cuando el docente realiza esta labor debe adoptar una metodología de enseñanza donde proponga una situación contextualizada (Caamaño, 2011) que sea posible desarrollarse y que resulte entendible para los estudiantes.

2.2 Indagación

Conocer sobre lo que se refiere a indagación es uno de los aspectos que se tienen en cuenta en esta investigación, es por ello por lo que a continuación se hablará sobre lo concerniente a este apartado.

2.2.1 *Definición*

Durante muchos años, desde el siglo pasado, diversos autores han tratado de definir el término "indagación" para insertarlo en el contexto educativo, algunos han tratado de dar una definición de este término relacionándolo con la adquisición de una metodología para la comprensión de conceptos científicos por parte de los alumnos; otros con la comprensión de los métodos utilizados por los científicos para dar respuesta a sus cuestionamientos llegando a la resolución de problemas, y algunos como una destreza cognitiva que desarrollan los estudiantes para investigar de manera científica (Rodríguez-Arteche, 2018). No existe una definición establecida sobre lo que es indagación, por lo que autores como Barrow (2006) expresa que la definición sobre indagación no está clara y que no existe un acuerdo de cómo se debe definir. Del mismo modo, Anderson (2002) opina que:

> En el contexto de la enseñanza, la indagación parece usarse de varias maneras sin cuidadosa distinción en cuanto a las diferencias. Es visto tanto como una característica de una forma deseada de enseñanza y como cierto tipo de actividad. En cualquier caso, no hay definición operativa precisa y, a pesar de que el NSES tiene alguna enseñanza específica de ejemplos, se deja al lector crear sus propias imágenes de lo que constituye esta forma de enseñanza (p. 3).

La definición de indagación tiene una trayectoria muy marcada, pues fue presentado por primera vez en el año 1910 por el estadounidense John Dewey; este autor (como se cita en Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012) define la indagación dando ciertas recomendaciones de cómo se debería trabajar la indagación, para este caso expresa que la indagación debe: partir de alguna experiencia actual y real del alumno, identificar alguna dificultad o problema que se produzca por dicha experiencia, examinar los datos con los que se cuenta, buscar posibles soluciones al problema, formular hipótesis de solución y comprobarlas mediante la acción. Lo que pretendía este autor con su definición era situar al estudiante en un contexto más activo y real donde las situaciones que pretende resolver sean más centradas en su vivencia para así generar un conocimiento más significativo.

Algunas definiciones concebidas por otros autores sobre lo que es indagación se muestran en las siguientes líneas:

Según el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América (NRC, 1996) expresa que la indagación es las diversas maneras en la que los científicos estudian el mundo natural y plantean ciertas explicaciones con fundamento en su trabajo, así mismo se refiere a las diferentes actividades que los estudiantes realizan para desarrollar su conocimiento y comprensión sobre las ideas científicas.

Linn et al. (2004) definen la indagación como el proceso intencional donde se identifican y analizan problemas, se formulan alternativas y críticas para su resolución, se planifica y construyen modelos, se formulan hipótesis y se busca información, y existe un debate entre compañeros para crear argumentos coherentes.

Crawford (2007) se refiere a la indagación como aquello que implica la comprensión de las diferentes maneras en que los científicos efectúan su trabajo, dar valor a las observaciones, la capacidad para generar preguntas investigables y emitir hipótesis, recoger distintos tipos de datos para pretender la búsqueda de patrones, confirmar o rechazar sus predicciones, estructurar y defender argumentos coherentes. Además, señala la finalidad de conseguir una mejor comprensión de la evolución de la ciencia, y recalcar su inicio en la actividad humana, y su importancia de las diferentes situaciones del contexto en que se emplea.

Como se especificó en líneas anteriores no existe una definición concreta sobre lo que es indagación, por lo que para esta investigación se tratará de considerar una definición similar a la que formula Rodríguez-Arteche (2018) "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. 57). Del mismo modo, se refiere a las metodologías que incentivan la motivación y sitúan al alumno como el centro de su aprendizaje, en la cual él mismo utiliza estrategias creativas para investigar y plantear una resolución a los retos propuestos.

2.2.2 *Tipos de indagación*

A través de las diferentes definiciones sobre indagación y tratando de vincularla con el quehacer en el aula, es decir, con las diferentes actividades que se realizan, diversos autores han establecido cuatro tipos de indagación: la indagación abierta, indagación guiada, indagación acoplada y la indagación estructurada.

2.2.2.1 Indagación Abierta. Tiene un enfoque donde centra al alumno como agente responsable de su aprendizaje. En este caso el docente permite que los estudiantes desarrollen sus propias preguntas y diseñen un protocolo de investigación, tanto el problema planteado como el método que se utiliza para desarrollarlo parte de los alumnos. En un inicio estos tienen que realizar una investigación o experimento sin saber qué resultados se esperan, una vez teniendo los resultados deben comunicarlos en su contexto. Este enfoque se centra más en el trabajo que realizan los científicos; ya que, requiere de un pensamiento de orden superior en donde los estudiantes trabajan directamente con los conceptos y materiales (Martin-Hansen, 2002; Wheeler et al., 2015).

2.2.2.2 Indagación guiada. El profesor opta por proporcionar una pregunta investigable para que la desarrollen los estudiantes, está pregunta debe generar interés en ellos. Luego, deben formar grupos colaborativos, un grupo grande o varios grupos pequeños, para pretender seguir los procedimientos necesarios y llegar al desarrollo de la pregunta; pueden ayudar en un principio al maestro a plantear la pregunta investigable; cuando existe cierta dificultad por parte de los alumnos el profesor puede proporcionar datos científicos de diferentes fuentes y así facilitar de algún modo la investigación en el aula. El profesor sirve como guía en el proceso y alienta a los estudiantes a aprender más acerca de su investigación (Martin-Hansen, 2002).

2.2.2.3 Indagación acoplada. Se basa en combinar la indagación guiada con la indagación abierta (Garcés, 2017). El profesor proporciona de manera general una pregunta para que sea investigada y estos tienen que tomar sus propias decisiones para dar respuesta a la pregunta. Este tipo de indagación representa un ciclo de cinco puntos esenciales, estos son los siguientes:

- Invitación a la indagación, en donde se presenta la cuestión y se pide a los participantes a resolverla con lo que saben.
- Indagación guiada, en este punto los alumnos repiten la pregunta que ha realizado el docente, pero cambiando variables.
- Indagación abierta, los estudiantes discuten sobre los resultados obtenidos en un principio y elaboran preguntas con sus respectivas predicciones, piensan métodos para recolectar los datos y se sitúan en los hechos. Al obtener los datos, los alumnos deben proponer una generalización y explicación del porqué de los hechos.
- Resolución de la indagación, en este punto se efectúa una puesta en común de ideas y resultados de los diferentes grupos, se constata si los resultados tienen coherencia con la realidad teniendo como fundamento la literatura brindada por el profesor.
- Evaluación, se realiza un nuevo problema y se pretende desarrollarlo con el conocimiento ya obtenido.

Este enfoque de indagación guiada, seguido de una indagación abierta muestra que los alumnos generan sus propias preguntas y los conceptos específicos que se trabajan de manera más didáctica permiten que el aprendizaje se centre en relacionar lo concreto con lo abstracto (Martin-Hansen, 2002).

2.2.2.4 Indagación estructurada. Es una indagación dirigida por el maestro, este les presenta a los alumnos una pregunta investigable de la cual ellos no saben la respuesta y establece un procedimiento a seguir, la lección se basa en un seguimiento de pasos, por lo cual se suele pensar que se trata de una indagación pobre; el resultado al que se quiere llegar es a productos específicos, es decir, el profesor sabe en cierto modo que los alumnos deben llegar a unos resultados establecidos. Para que surja un buen aprendizaje a través de este tipo de indagación se recomienda brindarles a los alumnos la libertad suficiente para expresar sus ideas y tomar las decisiones necesarias para relacionarse con la investigación (Garcés, 2017; Martin-Hansen, 2002; Windschitl, 2003).

2.2.3 *Indagación científica*

Una vez vista la teoría de lo que se trata indagación y conociendo los distintos tipos que existen, se fundamenta sobre lo que trata la indagación científica, que centra su especificación con un quehacer científico.

2.2.3.1 Definición. Dada una definición anterior de lo que es indagación y vista de una manera general, entonces no se tendrían dificultades para comprender la definición de indagación científica en este punto. Cabe recalcar de lo expuesto anteriormente que: "la indagación es una de las tres prácticas científicas, junto con la evaluación del conocimiento (argumentación) y la construcción de explicaciones y modelos" (Crujeiras y Jiménez, 2015b, p. 64), y que mediante la indagación se pueden facilitar diversas actitudes positivas frente a la ciencia, además de apropiar ideas y procesos científicos por parte de los estudiantes (Romero-Ariza, 2017).

Como se manifestó en líneas precedentes sobre la definición de indagación, no existe una definición concreta sobre este término y tampoco hay un convenio que se tome como tal, por lo que a continuación, y tratándose de la indagación científica, se pasa a definir esta indagación sobre la perspectiva de algunos autores:

Schwartz et al. (2004) expresan que la indagación científica es aquella que vincula los métodos de realización y las actividades que llevan a los alumnos a desarrollar su conocimiento científico.

Fernández (2018) menciona que la "indagación científica hace referencia a las distintas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo" (p. 211).

Crujeiras y Jiménez (2015b) enuncian que la indagación científica es una dimensión fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que pretende que los alumnos resuelvan problemas a través de la relación de su conocimiento teórico con las destrezas y actitudes científicas.

A través de las definiciones que dan estos autores, se puede asumir que la indagación científica está más ligada en un quehacer de los participantes con respecto a las actividades que se le plantean. Es así como tratan de llegar a una respuesta a través de una metodología, adoptan la perspectiva de un científico enlazando la información con aquellos conocimientos que poseen como base para una investigación.

La indagación científica se trata de una enseñanza abierta, que tiene que ver con los conocimientos previos y la experiencia. Se inicia, cuando el estudiante recoge información de su alrededor; centrado en las actividades escolares. Asimismo, este tipo de indagación puede constituir un elemento de innovación y progreso para ciertas metodologías de las ciencias, que no se centran solo en transmitir conocimientos, sino que persiguen llegar a desarrollar la competencia científica. También aumenta el interés por la ciencia ofreciendo oportunidades para un aprendizaje transferible, contextualizado y significativo que conlleva a desarrollar competencias las cuales plantean una demanda de investigación (Ariza et al., 2016; Ferrés-Gurt et al., 2015; Franco-Mariscal et al., 2014; Yaranga, 2015).

2.2.3.2 La indagación científica en los lineamientos educativos. Para saber cómo se enseña ciencias en los distintos países del mundo y que tengan en cuenta la indagación en la enseñanza de las ciencias, es necesario saber qué procedimiento o metodología plantean. Si bien es cierto que la indagación se concibe como una competencia existen autores que la relacionan como una estrategia metodológica que puede apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias (Furman et al., 2013). Al respecto, Se ha encontrado que el término indagación–en la literatura educativa y en los lineamientos educativos de los diferentes países para la enseñanza de las ciencias– se le da diferentes interpretaciones (Abd El-Khalick et al., 2004; Barrow, 2006; Newman et al., 2004). Es por ello por lo que, se debe aclarar que la indagación es un apartado de las ciencias la cual se fundamenta en la competencia indaga y en un enfoque de indagación que la fomente como tal. Por lo cual, se dedicarán unas líneas para describir cómo se plantea la indagación en el contexto educativo peruano e internacional.

2.2.3.2.1 Indagación científica en el contexto educativo peruano. En el ámbito educativo peruano se trabaja con la indagación a través de lo que se establece en el currículo nacional de educación básica, en este documento nacional se muestra una de las competencias del área de Ciencia y Tecnología, que pretende que los alumnos desarrollen la indagación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El MINEDU (2016) establece la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" como una de las competencias de dicha área y expresa que a través de esta:

> El estudiante es capaz de construir su conocimiento acerca del funcionamiento y estructura del mundo natural y artificial que lo rodea, a través de procedimientos propios de la ciencia, reflexionando acerca de lo que sabe y de cómo ha llegado a saberlo poniendo en juego actitudes como la curiosidad, asombro, escepticismo, entre otras (p. 120).

Esta competencia trata de combinar una serie de capacidades que sitúan al alumno a la realización, estas capacidades son: la problematización de situaciones para realizar indagación; el diseño de estrategias, la generación y registro de datos e información; el análisis de datos e información y la evaluación; y comunicación del proceso y resultado de toda la indagación (MINEDU, 2016). Por otro lado, plantea hacer ciencia constatando que exista una comprensión de conocimientos científicos y que se responda a cuestionamientos de tipo descriptivo y causal. Mediante la indagación el alumno reflexiona, plantea preguntas y manifiesta posibles respuestas, crea un método y lo pone en acción para registrar datos relevantes y luego los contrastará con las supuestas hipótesis dadas al inicio. Asimismo, los alumnos reflexionan sobre el grado de validez de sus respuestas en relación con la interrogante planteada (Almeyda y Rospigliosi, 2017; Yaranga, 2015).

Jaimes (2018) argumenta que el enfoque que se da sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el contexto peruano espera que no solo los alumnos reciban información, sino que ellos

mismos hagan ciencia. Para este caso, el estudiante debe ser capaz de proponer problemas sobre lo que sucede a su alrededor; de igual modo conocer, comprender y utilizar procedimientos que lleven al conocimiento científico, donde puede indagar, formular hipótesis, experimentar y resolver problemas. De acuerdo con este autor se puede deducir que la enseñanza de las ciencias en el ámbito educativo peruano está más centrada en lo que elabora el alumno, y que el profesor cumple una labor importante para hacer que este llegue en cierto modo a comprender todo lo que pone en acción.

Por otro lado, la indagación también se sustenta en el enfoque que propone el MINEDU (2016) en el área de Ciencia y Tecnología, el cual es "enfoque de indagación y alfabetización científica y tecnológica" (MINEDU, 2018, p. 16) en cuyo abordaje se propone que la indagación:

> … es una actividad multifacética que involucra hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para saber qué es lo que ya se sabe; planificar investigaciones; revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados (National Research Council, 1996, p. 23).

Teniendo en cuenta la revisión de la literatura en los documentos del MINEDU (2016, 2018) se puede afirmar que la indagación en el contexto educativo peruano está integrada en el "enfoque de indagación y alfabetización científica y tecnológica" y en el desarrollo de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos", al lograr desarrollar dicha competencia también se atiende de manera directa el enfoque propuesto para el área de Ciencia y Tecnología.

Aunque existe una perspectiva innovadora en incluir la indagación en el sistema educativo peruano lamentablemente no se han conseguido los resultados que se desean, pues así lo constatan los programas de evaluación internacional, tal es el caso de PISA (Programme for International Student Assessment, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes), en donde a través de la última evaluación del 2018 ubica a Perú en el puesto 64 de un total de 77 países. La educación peruana presenta ciertas carencias en la educación, empezando desde la formación inicial de los futuros docentes que muestran muchas veces una práctica pedagógica expositiva y memorística; para cambiar esta realidad el docente peruano debe adquirir metodologías en donde cumpla un rol de guía, priorizar situaciones problemáticas del interés de los estudiantes y alentar a que estos busquen soluciones en las cuales pongan en práctica su creatividad, curiosidad y el deseo de saber (Arce, 2019; Yaranga, 2015).

2.2.3.2.2 Indagación científica en el contexto educativo internacional. Las evaluaciones internacionales en educación muestran datos relevantes del aprendizaje de aquellos alumnos de los países que participan en ellas, transmiten un ranking cuantitativo y permiten interpretar sobre

aquellos países que tienen una buena educación y a los que les falta mejorar; como se mencionó anteriormente PISA es:

> Un estudio de evaluación internacional, promovido por la OCDE y los países participantes, que intenta responder a una necesidad común a todos los sistemas educativos actuales: delimitar, describir y explicar lo que los jóvenes de 15 años, que ejercerán en poco tiempo después sus derechos como ciudadanos, conocen y saben hacer, aplicando sus conocimientos a una variedad de entornos y contextos, al final de su etapa educativa obligatoria (MEFP, 2019, p. 17).

La evaluación que hace este programa se centra en las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica, por lo que causa el interés de los gobiernos por participar en esta evaluación. El programa Pisa presenta una conceptualización de la competencia científica relacionando el conocimiento científico y su uso, muestra ciertas características que se deben alcanzar; como, por ejemplo: la comprensión de la ciencia que se sitúe como conocimiento, la afectación de los avances tecnocientíficos en el desarrollo de la vida, y la valoración de la acción del ser humano en tomar decisiones científicas (Ruiz, 2010).

Los diferentes países han adaptado la indagación científica en su sistema curricular en donde se evalúa hasta qué medida es adoptada por los estudiantes (Uzcátegui y Betancourt, 2013). En el contexto europeo, las políticas educativas tratan de realizar reformas curriculares con el propósito de conseguir una mejor calidad de enseñanza en todos los niveles educativos (De Miguel, 2006). Con lo que respecta a la didáctica de las ciencias experimentales, a través de los currículos, se espera que los profesores adopten una metodología en la cual se introduzcan actividades indagativas. Al aparecer la necesidad de impulsar este tipo de metodologías permite que surjan ciertas propuestas educativas las cuales tienen por objetivo difundir y compartir experiencias didácticas o proyectos de interés científico, como por ejemplo los congresos de ciencia escolar (NRC, 1996, 2000; Solé-Llussá et al., 2017). Al igual que en Europa, en el contexto americano existen muchas reformas que se están procediendo en el campo educativo. De manera particular en la enseñanza en el nivel secundario. Aunque algunos investigadores piensan que el problema que hay en este nivel no se mejora con establecer ciertas reformas curriculares, existen otros que muestran un acuerdo de fijar ciertos cambios en el currículo que lleven las respuestas de nuevas exigencias de la ciencia, la tecnología y la sociedad (Fonseca y Gamboa, 2017).

Como se muestra en el contexto europeo y americano, por citarlos de ejemplo, la indagación científica es incluida en el ámbito educativo a través de los cursos que se brindan en la enseñanza de las ciencias. Actualmente, se manifiesta de manera relevante con las diversas reformas curriculares, en donde se propone a los profesores de ciencias adoptar metodologías con actividades que contribuyan a la indagación y se desvinculen de una enseñanza del tipo tradicional. Al respecto, Ortiz-

Revilla y Greca (2017), señalan que “todo apunta a que la metodología tradicional de enseñanza no ayuda a desarrollar a buen nivel las competencias básicas en ciencia y tecnología” (p. 5342); además, al optar por nuevas metodologías innovadoras, la enseñanza de las ciencias tendrá al alumno como el principal agente de su propio aprendizaje.

2.3 Situaciones problemáticas

Enseñar ciencias es sin duda uno de los retos más complicados que existe en el ámbito educativo, y el cual requiere de docentes muy capacitados en esta materia. Las razones por las cuales se hace complicada esta labor son porque: primero es una profesión que siempre se podría considerar como nueva, esto debido a que, a pesar de que pase el tiempo, el contexto actual en el que se enseñe siempre va a demandar de cambios radicales. Segundo, existe una deficiencia en las metodologías que se emplean para que se lleguen a comprender los conceptos relevantes. Y por último, porque muchos de los profesores han sido en su momento alumnos y tienen un bagaje de conocimientos propios, lo cual los conlleva a pensar muchas veces que lo que ha sido bueno para ellos en su aprendizaje es lo bueno para enseñar a sus alumnos (Sanmartí, 2001).

La situación actual requiere de un cierto dominio en metodologías que presenten situaciones problemáticas en donde se busque una reflexión y un aprendizaje en el estudiante, lo esencial no es pretender que los alumnos sean capaces de brindar una cantidad abundante de valiosos argumentos, sobre el interés de la situación que se les plantea, sino que genere en ellos un cambio de actitudes con que enfocan la tarea, haciéndola más relevante (Gil y Valdés, 1997). La resolución de problemas supone dos cosas: llegar a la solución del problema o encontrarle una respuesta acertada (Raymundo, 2017), para que esto ocurra, la situación que se plantea debe ser clara y entendida por los estudiantes, además que genere interés en ellos y que se relacionen con el entorno en donde se sitúa la institución educativa.

2.3.1 *Definición*

Para dar una definición exacta de lo que se refiere a situación problemática, en primer lugar, se debe conocer el significado por separado de las palabras “situación” y “problemática”, para luego relacionarlos y dar un punto de vista más concreto.

En lo que concierne al significado de “situación”, la Real Academia Española (2019) la define como un “conjunto de factores o circunstancias que afectan a alguien o algo en un determinado momento”; por su lado, “la problemática” se fundamenta en el término problema y es mejor definirla a través de la interpretación de este término con el objetivo de relacionarlo con la situación. Autores como Pozo et al. (1995), consideran que hay una diferencia entre lo que es un problema lo que es un ejercicio. Dichos autores plantean que un problema es aquella situación nueva o sorprendente de la cual se conoce el inicio y a dónde se quiere llegar, pero no se manifiestan los procesos que se deben seguir. En cambio, un ejercicio es una situación rutinaria, poco inquietante en la que se sabe la

dificultad y el procedimiento a seguir para llegar a una solución. Pomés (1991) por su parte expresa que “un problema puede ser útil para una optimización de las estrategias de razonamiento, mientras que la utilidad de un ejercicio con frecuencia debe estar dirigida a esclarecer, aplicar o ejemplificar un concepto teórico” (p. 79).

Al obtener las definiciones de los dos términos se puede definir que una situación problemática es aquella circunstancia en la cual aparece un problema que debe ser resuelto, no se brinda un proceso a seguir, por lo que los participantes que lo resuelven deben plantearse uno y llegar a la respuesta.

En lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias, la situación problemática es aquel planteamiento problemático que se da como inicio para que los alumnos, a través de un método, lleguen a una respuesta y adquieran un aprendizaje de lo realizado; la resolución de un problema presenta muchas variantes, entre estas se encuentra: la descripción del problema el cual supone la búsqueda de sus posibles soluciones desde diferentes percepciones, el análisis crítico de la toma de decisiones, la evaluación de algunas implementaciones y por último la elaboración de conclusiones que generan reflexión; el alumno para resolver un problema debe comenzar por leer de manera detenida y activa lo que se le plantea en esa situación para luego generarse preguntas, en muchas ocasiones las respuestas que más ayudan al aprendizaje significativo son las que se responde el mismo estudiante sobre aquello que se le cuestiona. (Alfaro, 2006; Pomés, 1991).

Mediante el planteamiento de situaciones problemáticas se puede ejercitar la capacidad de razonamiento de los alumnos, es un escenario interesante (García, 2006), ya que tiene como objetivo la adquisición de la competencia científica mediante la resolución de problemas en ciencias. Existen dos tipos de situaciones problemáticas: las situaciones problemáticas cerradas y las situaciones problemáticas abiertas, en las siguientes líneas se abordan las mismas.

2.3.2 *Tipos de situaciones problemáticas*

A continuación, se presentan los dos tipos de situaciones problemáticas: abiertas y cerradas, donde se fundamenta sobre sus características y sus diferencias más relevantes entre las dos.

2.3.2.1 Situaciones problemáticas cerradas. La definición de situaciones problemáticas cerradas tiene que ver con una presentación del planteamiento del problema en ciencias en la cual se muestra, en primera instancia, un problema con sus respectivos datos. Fernández et al. (2003) definen a la situación problemática cerrada como aquella situación que se expone a los alumnos como un problema que no se ha modelado previamente, por lo que se deben acotar, seleccionar variables y datos para que luego sea desarrollada. Cuando se llega al resultado, el problema pasa a ser un ejercicio, ya que al desarrollarse una segunda vez un problema parecido se aplica el procedimiento desarrollado en el problema antes visto.

Ejemplos de situación problemática cerrada se muestran muchos en los libros de ciencias y con mayor precisión en áreas como la Física y la Química, por lo que es sin duda alguna las situaciones

que más se plantean y con la cual la mayoría de las personas han aprendido. Estas situaciones también suponen la realización de su desarrollo en la aplicación de las fórmulas ya establecidas en las áreas mencionadas y se sustenta en operaciones matemáticas.

2.3.2.1.1 Características. Contreras y Carrillo (1996) muestran que las situaciones problemáticas cerradas presentan las siguientes características:

- Se conciben los problemas como ejercicios que suelen ser propuestos por el docente del curso tras brindar una información teórica inicial con el propósito de que los conocimientos explicados sean aplicados.
- Están bien definidos con un proceso y una solución única, estos procesos prioritariamente son deductivos.
- Los problemas suelen venir de un listado externo muy extenso, como por ejemplo libros, textos, etc.; sin que exista una organización específica del profesor.
- La actividad para desarrollar este tipo de situaciones se limita a identificar los conceptos y fórmulas a aplicar.
- Evalúa y valora las situaciones problemáticas que sirven para comprobar la adquisición de la teoría conforme a las fórmulas.

2.3.2.2 Aplicación en la Enseñanza-Aprendizaje de las ciencias naturales de las situaciones problemáticas cerradas. A continuación, se fundamenta sobre este tipo de situaciones problemáticas cuando se plantea en las actividades de enseñanza, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas:

2.3.2.2.1 Ventajas. La revisión de la literatura no brinda unas ventajas detalladas sobre la enseñanza planteando situaciones problemáticas cerradas, pero se pueden deducir algunas mediante la comparación de lo que se brinda en las situaciones problemáticas abiertas, algunas ventajas que se pueden deducir son:

- Al brindarse datos cuantitativos al alumno, se le puede facilitar la resolución de problemas y adquirir un aprendizaje más rápido de cómo es que se relaciona el concepto que se le enseña con lo que hace.
- Al aparecer estos problemas en los libros, el estudiante puede desarrollar otros problemas similares y asimilar su aprendizaje.
- Al seguir un procedimiento establecido para desarrollar la pregunta, el estudiante puede comparar los resultados con sus compañeros y saber en qué paso le falta concretar más su desempeño.
- Para afianzar más el aprendizaje, los profesores pueden proponer más ejercicios similares y estos pueden desarrollarlos recordando lo realizado anteriormente.

2.3.2.2.2 Desventajas. Las desventajas que se muestran mediante la enseñanza de situaciones problemáticas cerradas son varias, pero todas se sustentan en ideas generales como: una repetición mecánica de resolución, los problemas planteados no causan interés cuando se realiza nuevamente, el desempeño o ayuda del profesor se concibe como algo superficial, y no existe un aprendizaje significativo en el alumno. Estas ideas se pasan a detallar a continuación:

- La repetición mecánica de resolución de problemas genera como consecuencia que se conciban de una manera no problemática, es decir, no son vistos como problemas en sí sino como ejercicios, esto en ocasiones produce fallos espectaculares, ya que no se aprende nada nuevo solo con repetir cierto método de resolución (Palacios y Zambrano, 1993).
- El desinterés hacia resolver situaciones como estas en que ya se conocen como desarrollarlas surge porque se establece un vínculo entre lo memorístico y lo repetitivo, y poco se interpretan las nuevas cuestiones; así mismo esto se refleja con mayor alcance cuando el estudiante avanza de grado hacia otro y piensa que toda la enseñanza de la ciencia se da de tal manera, y cuando no ha aprendido a dominar cierto método de cómo desarrollar situaciones problemáticas cerradas presenta dificultades y obstáculos que limitan su aprendizaje (Escudero, 1985; Manassero et al., 2004).
- Los docentes que enseñan física tienden a explicar las situaciones problemáticas como algo que se sabe hacer, cuya solución se conoce y que no genera dudas ni exige tentativas, tras esta enseñanza los alumnos pueden aprender dicha solución y repetirla cuando se les plantee situaciones idénticas; cuando al estudiante se le presenta un nuevo problema con algún cambio en su expresión este suele presentar serias dificultades insuperables causando muchas veces el abandono y la intolerancia por aprender ciencias (Gil y Valdés, 1997).

Si se quiere enseñar ciencias a través del planteamiento de situaciones problemáticas cerradas, lo más recomendable es que el profesor aplique una metodología que implique una serie de actividades en donde el alumno no solo llegue a la respuesta de las situaciones planteadas de una sola manera. Será importante que promueva que el propio alumno pueda deducir otras formas en donde le resulte más indagativo el desarrollo; para este caso el profesor debe motivar al aprendiz en adoptar estos tipos de resoluciones y guiarlo para que no se desvíe del propósito.

2.3.2.3 Situaciones problemáticas abiertas. La definición de situaciones problemáticas abiertas está vinculada con un quehacer o una resolución de un problema mediante la indagación, el acompañamiento guiado y la búsqueda de diferentes planteamientos. Se define situación problemática abierta como aquella situación en donde su planteamiento no proporciona datos cuantitativos, no se conocen exactamente los medios para alcanzarla, tiene cierto carácter de dificultad en medidas iniciales, y se favorece el análisis cualitativo (Rosa, 2016; Vásquez et al., 2004).

Ejemplos de situaciones problemáticas abiertas existen muchas, son planteamientos que incluso pueden aparecer mediante una conversación de la vida cotidiana en donde la persona ejerce su curiosidad y busca saber más el porqué de las distintas situaciones. A continuación, se citan algunos ejemplos de situaciones problemáticas abiertas en investigaciones:

- ¿Podría vivir un águila imperial ibérica en otro ecosistema? (Rosa y Martínez-Aznar, 2019)
- ¿Qué papel absorbe más? (Pavón y Martínez-Aznar, 2014)
- ¿Cuántas vacas puede mantener un prado? (Rosa y Martínez-Aznar, 2019)
- ¿Qué hace que un pan sea más esponjoso? (Pavón y Martínez-Aznar, 2014)
- ¿Qué tejido nos abrigará más? (Martínez-Aznar y Varela, 2009)
- ¿Soy así por puro azar? (Ibáñez, 2003)

Como se concibe en los ejemplos citados no se plantea una situación problemática que proporciona datos cuantitativos y mucho menos un método en la cual se aplique, en primera instancia, una fórmula; sino que se da a manera general, en donde a la persona a la cual se le esboza esta interrogante genera en sí una reflexión de qué temas se relacionan y cómo es que debería resolver dicha situación.

2.3.2.3.1 Características. Las situaciones problemáticas abiertas muestran las siguientes características, las cuales la diferencian de las situaciones problemáticas cerradas en cierta medida, estas son:

- Incitan a la investigación, en donde se parte de los conocimientos que ya se tienen para generar nuevas ideas (Capetillo, 2015).
- Se sitúan al contexto de la vida diaria en las que para su resolución surgen una larga serie de actividades que sirven para que los alumnos aprendan a resolverlas (Alfaro, 2006).
- Durante su resolución se genera el debate de los participantes (Sáez y Cortés, 2019).
- Se dan a modo general sin proporcionar datos iniciales, es decir, son planteamiento que conllevan a la reflexión.

2.3.2.4 Aplicación en la Enseñanza-Aprendizaje de las ciencias naturales de las situaciones problemáticas abiertas. A continuación, se fundamenta sobre este tipo de situaciones problemáticas cuando se plantea en las actividades de enseñanza, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas:

2.3.2.4.1 Ventajas. Diseñar una actividad que proponga una situación problemática abierta genera resultados significantes de manera positiva, las ventajas que se muestran a través del planteamiento de esta situación en diferentes estudios son:

- Se fomenta un proceso de constante indagación en el cual cada alumno va creando su propio aprendizaje sobre la comprensión de los fenómenos, se contrasta con los resultados de sus compañeros para crear juntos un aprendizaje nuevo (Cambillo y Porta, 2014).

- Los alumnos se enfrentan a dificultades competitivas en donde se hace uso de fuentes de información o de conocimientos previos y se crea un debate entre los participantes (Sáez y Cortés, 2019).
- Los estudiantes resuelven las situaciones planteadas de manera grupal o individual, donde el profesor actúa de guía en el proceso de construcción de sus conocimientos, y además genera un ambiente propicio para desarrollar el aprendizaje (Gil et al., 1988).
- Se genera un aprendizaje significativo en grupo de alumnos que presentan dificultades de aprendizaje cuando se les presentan actividades centradas en la resolución de situaciones problemáticas abiertas contextualizadas en su entorno (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013b). Esto posibilita trabajar en los diferentes contextos escolares y posiblemente sea un buen inicio para enseñar ciencia a alumnos que presentan estos problemas y que muchas veces suelen ser apartados de la enseñanza del aula.
- Desarrollan competencias que generan futuros aprendizajes en los participantes, y que pueden servir no solo en el contexto educativo, sino también durante toda su vida (Vásquez et al., 2004).
- Son situaciones planteadas por el docente que enseña ciencias quien las crea de manera que resulten atractivas y motivantes para sus estudiantes y que estos puedan hallar una resolución (García, 2006), esto no solo conlleva a pensar que es únicamente beneficioso para los alumnos, sino que ayuda a que el profesor en cierta forma sea más competente en su manera de enseñar.

2.3.2.4.2 Desventajas. Las diversas investigaciones que trabajan con actividades que tienen planteamientos de situaciones problemáticas abiertas, como por ejemplo: Rosa y Martínez-Aznar (2019), Pavón y Martínez-Aznar (2014), Martínez-Aznar y Varela (2009), Ibáñez (2003) y Rodríguez-Arteche (2018), afirman que resulta favorable trabajar con ellas, ya que se llega a alcanzar un cierto desarrollo de la competencia científica en los participantes; por lo que no detallan, estas investigaciones, desventajas notables que se podrían presentar. A continuación, se tratan de deducir algunas desventajas que se proporcionan mediante la información de las ventajas que se presentan:

- Cuando se afirma que la naturaleza de estas situaciones debe estar contextualizada en sucesos relevantes y próximos al estudiante (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013b), se caería en un error simple pensando que todos los alumnos se sitúan en un mismo contexto, es decir, no se tome en cuenta la diversidad que existe en el aula.
- En el momento inicial que se brinda la situación problemática abierta no genera una reflexión en todos los estudiantes, pues hay algunos alumnos a los que les genera un conflicto cognitivo que muchas veces les proporciona un desinterés e intolerancia por realizar su resolución.

- La resolución demanda de un largo tiempo y es por eso por lo que puede tornarse una confusión en algunos alumnos, por lo que muchas veces no avanza de igual manera en la resolución del problema.
- Tras la investigación, puede que algunos participantes no encuentren cierta información o se desvíen en la investigación, generando que el tiempo previsto para la resolución se extienda. En estos casos lo más recomendable es la guía del profesor bien preparado que responda ante las dificultades del grupo y tenga material de investigación para proporcionar.

2.4 Metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI)

Durante la revisión de la literatura sobre el tema de metodologías innovadoras que contribuyan a desarrollar la competencia científica en temas de Ciencia y sobre todo a apuntar en argumentar sobre el beneficio que trae consigo trabajar con una metodología que sirva para resolver situaciones problemáticas abiertas se presenta la metodología de resolución problemas como investigación; es por ello por lo que, en este punto se habla de la Metodología de resolución de problemas como investigación, más conocida como MRPI; una metodología que ha servido en investigaciones sobre el aprendizaje de las ciencias, ya que es aplicable en las diferentes ciencias naturales como: la física, la química, la biología y la ecología.

Esta metodología surge como modelo originario en la Universidad de Valencia (Gil y Martínez, 1983) y su aplicación ha sido profundizada y adoptada por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), en la cual existen investigaciones muy interesantes que contribuyen en la literatura de esta investigación y de donde se ha motivado a realizar este estudio. Para citar algunas investigaciones realizadas en la metodología de resolución de problemas como investigación, se obtienen las siguientes: en el área de Física (Martínez-Aznar y Varela, 2009; Varela, 1994; Varela y Martínez-Aznar, 1997), Biología (Ibáñez, 2003; Martínez-Aznar e Ibáñez, 2006), Química (Bárcena, 2015, Martínez-Aznar y Bárcena, 2013a), y Ecología (Rosa 2016; Rosa y Martínez-Aznar, 2017, 2019); también ha sido aplicada en el ámbito de diversificación curricular (Pavón y Martínez-Aznar, 2014) y en la formación de futuros docentes (Rodríguez-Arteche, 2018; Rodríguez-Arteche et al., 2019).

Las diversas investigaciones citadas anteriormente han tenido como muestra poblacional a estudiantes de primaria y secundaria, y futuros profesores que llevan cursos como Física y Química; en todas las investigaciones los autores concluyen en que es una metodología que ayuda a los alumnos a desarrollar la competencia científica y que al ser una metodología que muestra problemas relacionados con la vida diaria se hace factible su adquisición para el aprendizaje. Por otro lado, cabe resaltar su importancia para ser aplicada en el contexto educativo, ya que esto permite que se contribuya al éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales.

2.4.1 *Definición*

La metodología de resolución de problemas se considera una metodología del tipo indagativo Inquiry Based Science Education (IBSE), la cual se centra en la actividad que desarrollan los estudiantes mediante el enfrentamiento hacia un reto en el que no disponen de los conocimientos requeridos y que deben ser construidos mediante el desarrollo de la situación problemática. Para este caso es importante que los alumnos cuenten con la orientación y guía del profesor; además, es una metodología abierta, tanto en el planteamiento de los problemas como en la naturaleza misma del proceso. Es una metodología que sirve como una alternativa para desechar las metodologías tradicionales, como por ejemplo los problemas experimentales de lápiz y papel. (Bárcena, 2015; Martínez-Aznar y Bárcena, 2013a).

2.4.2 *Características*

La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) al ser del tipo indagativo posee varias características que se encuentran en relación con que no es una metodología tradicional (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013b), posee muchas ventajas con respecto al aprendizaje de la competencia científica y el cambio conceptual (Ibáñez y Martínez-Aznar, 2005; Rosa, 2016), y pretende la resolución de problemas a través de la indagación de los participantes (Fernández, 2018). Estas características se pasan a detallar a continuación:

- Incluye la indagación como la principal vía para la resolución de problemas en la cual los estudiantes trabajan en grupos cooperativos (Fernández, 2018).
- Trabaja con situaciones problemáticas abiertas contextualizadas, en donde no se muestran datos ni soluciones evidentes, los alumnos se enfrentan a esas situaciones las cuales tienen que reformular y definir con precisión; ellos deben identificar lo que saben y lo que necesitan conocer, enunciar y contrastar posibles soluciones, y decidir la manera cómo proceder para llegar a una posible solución (Fernández, 2018; Martínez-Aznar e Ibáñez, 2006).
- Propone un proceso de resolución que se centra en una visión actualizada de la Ciencia en donde el participante adopta la postura de un científico para desarrollar su aprendizaje (Martínez-Aznar e Ibáñez, 2006), en este caso el estudiante se sitúa en un contexto científico donde el principal objetivo es hacer ciencia.
- Se manifiesta como una metodología potente para conseguir aprendizajes tan destacados en la enseñanza; favorece la metacognición, el cambio conceptual de las concepciones alternativas de los alumnos, el aprendizaje de habilidades, de conocimientos procedimentales; y evita las concepciones deformadas de la ciencia que comúnmente se han transmitido a través de la enseñanza (Bárcena, 2015; Rosa, 2016).

- La familiarización o entrenamiento previo de los participantes y del mismo docente para desarrollar las situaciones problemáticas abiertas hace que su implementación en el ambiente educativo sea favorable (Rosa, 2016). Para este caso, el profesor como principal guía tiene que conocer muy bien las fases que se deben seguir y saber qué preguntas puede hacer en cada ocasión y cuales pueden despertar la curiosidad.
- Es de gran relevancia, pues permite el desarrollo de la competencia científica por parte de los estudiantes; es decir, resulta beneficioso porque estos construyen conocimientos que están en relación con el aprendizaje de las ciencias (Martínez-Aznar y Bárcena, 2013b; Rosa y Martínez-Aznar, 2017).
- Es totalmente vigente en el contexto actual, ya que, a través de su estructura, situando las fases que sigue, recogen las dimensiones de la competencia en conocimiento e interacción con el mundo físico o competencia científica, planteada en las evaluaciones internacionales (Martínez-Aznar et al., 2013; Rodríguez-Arteche, 2018).

Como se ha detallado, la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) se fundamenta mucho en lo que es indagación vinculada con el planteamiento de situaciones problemáticas abiertas. Con respecto a la indagación que se presenta en esta metodología, es preciso decir que "conforma un enfoque beneficioso para el aprendizaje de las ciencias, pero demanda un diseño cuidadoso de las actividades y del rol del profesor para conjugar un aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal" (Rodríguez-Arteche et al., 2019, p. 1); en lo que se concierne a las situaciones problemáticas abiertas, existen premisas a tener en cuenta cuando se aplica en esta metodología, tales como: los problemas que se plantean deben presentarse sin datos, ser acotados y favorecer el análisis cualitativo, fomentar la creatividad, y la resolución debe realizarse mediante un trabajo en grupo donde la comunicación tiene una gran importancia (Rosa, 2016).

2.4.3 *Fases de la metodología de resolución de problemas como investigación*

Esta metodología consta de cinco pasos o fases, las cuales constituyen una secuencia orientadora hacia la resolución del problema, durante el proceso de resolución se pueden ir replanteando y nunca entenderse como un seguimiento consecutivo y rígido, más bien podría entenderse como una secuencia orientadora del desarrollo de los procesos; además, como se presentan situaciones problemáticas abiertas, permiten abordar tanto la planificación de las investigaciones como su desarrollo completo, ajustando estas situaciones a las necesidades e intereses de los estudiantes (Ibáñez, 2003; Rodríguez-Arteche et al., 2016).

Todas y cada una de las producciones que se hacen en cada fase suponen la revisión de los planteamientos previos, ya que esto permita la construcción de un nuevo conocimiento que sirve como punto de partida para la formulación de nuevos retos o problemas, es así que el proceso no tiene que solo concebirse como un análisis de resultados, sino que permite dar lugar a nuevas posibilidades

de replantear nuevas hipótesis, estrategias o resoluciones, ante una insatisfacción de los resultados obtenidos en algún momento. En otras palabras, se podría decir y resaltar que en todos los pasos de la resolución del problema existe la posibilidad de un replanteo del proceso de manera cíclica (Bárcena, 2015).

Estas fases se corresponden con las dimensiones de la competencia científica y a través de su análisis se puede determinar el nivel de desarrollo competencial que logran los alumnos tras el proceso de enseñanza aprendizaje; es así como, durante el transcurso de todas las fases, es muy importante que estos verbalicen lo más posible (Bárcena, 2015; Rosa y Martínez-Aznar, 2019) para que todos puedan llegar al logro del desarrollo de su competencia científica. Las cinco fases que se muestran en la metodología de resolución de problemas como investigación son: el análisis cualitativo del problema, la emisión de hipótesis, el diseño de estrategias de resolución, la resolución del problema y el análisis cualitativo. Estás fases se detallan en los siguientes apartados.

2.4.3.1 Análisis cualitativo. Esta fase presenta, en primera instancia, una aproximación cualitativa a la situación problemática, construyendo para ello un marco de referencia, en donde se revisan posibles concepciones alternativas al respecto, se implica la interacción de los conocimientos que posee el estudiante y se supone un esfuerzo por seleccionar aquello que resulte adecuado para la situación concreta planteada. Luego se formula el problema en términos operativos, acotándose de acuerdo con las interacciones del estudiante, además se indican las restricciones a introducir para hacer viable la resolución. En esta fase el papel del profesor es intentar deducir el marco teórico que pueden poner en juego los alumnos, así como las concepciones alternativas en relación con los conceptos implicados, ya que con esto puede guiar de manera adecuada la indagación hacia los nuevos conceptos; por su lado, los alumnos deben especificar las restricciones planteadas (Bárcena, 2015; Rodríguez-Arteche, 2018).

2.4.3.2 Emisión de hipótesis. Durante esta etapa los estudiantes empiezan a plantear algún tipo de conjeturas sobre lo que puede pasar, analizan las variables que influirán en los resultados y reflexionan sobre la naturaleza de esta influencia, esto da lugar a una emisión de hipótesis de trabajo formulada en términos científicos. Las hipótesis sirven como orientación para la resolución del problema, permiten realizar un análisis riguroso de los posibles resultados, la ausencia de datos en los enunciados exige a los estudiantes pensar en términos de explicaciones provisionales que van a ser ensayadas. Mediante esta fase, las hipótesis que se emiten determinan los datos necesarios para la resolución, siendo un contraste a las metodologías que incluyen procedimientos en donde se toman los datos como punto de partida (Bárcena, 2015; Martínez-Aznar y Varela, 2009).

2.4.3.3 Diseño de estrategias de resolución. En esta fase se toma como referencia lo realizado en las dos fases anteriores para poder seguir con la metodología planteada, los estudiantes piensan en distintas estrategias de resolución que sirvan como construcciones tentativas, de las cuales escogen la

más adecuada que les permita resolver la situación problemática y de ante mano poner en contraste las hipótesis emitidas; para este caso se identifican y controlan las variables que hacen factible la resolución. En este momento de la metodología los alumnos idean un plan de trabajo en donde indican el procedimiento que deben seguir además de especificar los materiales necesarios que pueden ayudar durante esta etapa; si se realiza una planificación correcta sobre las estrategias de resolución esto impedirá que el desarrollo de la situación problemática sea concebido del tipo ensayo-error (Bárcena, 2015; Fernández, 2018).

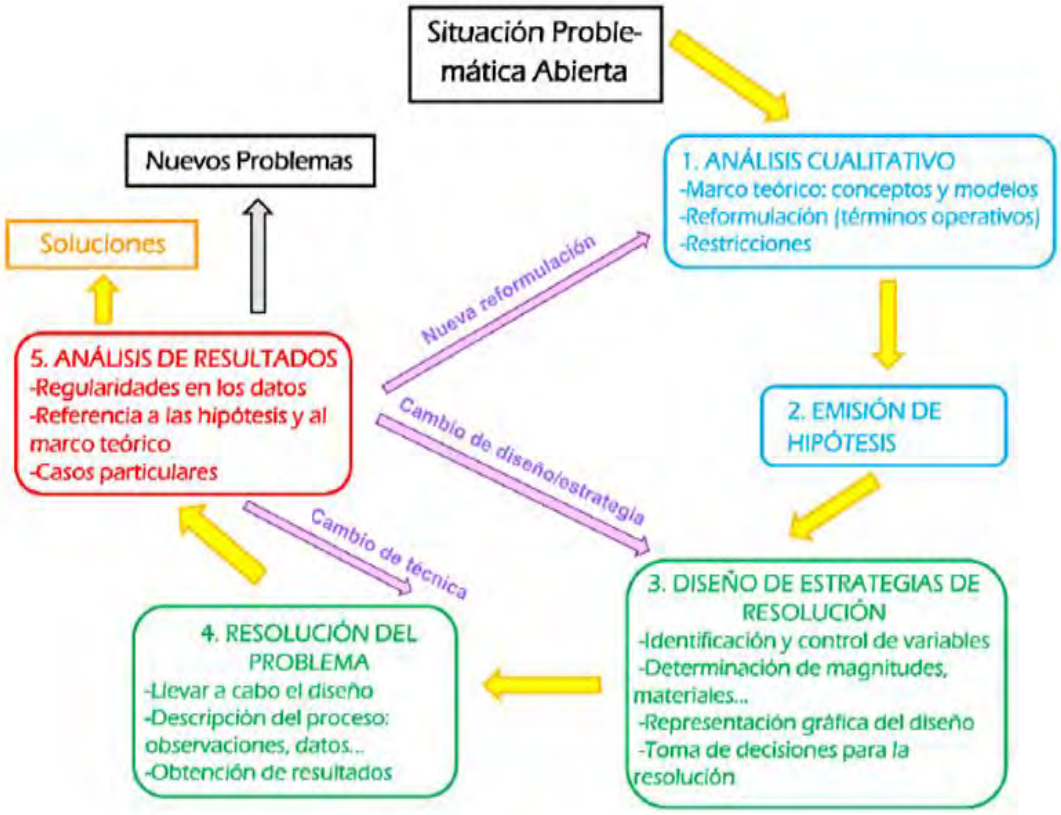
2.4.3.4 Resolución del problema. Esta fase tiene como punto de partida lo realizado en la fase anterior, ya que a través del planteamiento propuesto se hace la ejecución de los procedimientos que van a resolver la situación problemática, existe una complementación entre ambas fases que permite evitar desarrollos mecanicistas carentes de significación física. En esta etapa se tiene que afrontar un modo muy flexible, de tal manera que los alumnos tengan la posibilidad de manejar situaciones en las que se presenten obstáculos insuperables; es decir, no se impone un único camino a seguir, sino que en cualquier momento se puede volver atrás para replantear la hipótesis o la estrategia, esto debido a que todas las fases se complementan en un proceso cíclico; siempre que sea posible se debe procurar abordar el problema utilizando diferentes estrategias. El procedimiento que se hace es útil para el momento en que se analizan los resultados, ya que al tener coincidencias se permite mostrar cierta coherencia del marco teórico utilizado (Bárcena, 2015; Fernández, 2018).

2.4.3.5 Análisis de resultados. Es la última fase de la metodología y por ende una de las etapas fundamentales a realizar, ya que supone la contrastación de las hipótesis emitidas y del cuerpo del conocimiento. Los alumnos tienen que realizar un análisis detallado para comprobar si la hipótesis es correcta o no; en algunas ocasiones se puede dar lugar a nuevos problemas o se tiene que replantear ciertos puntos de la situación problemática para resolverla, cuando esto ocurre los estudiantes reflexionan sobre los posibles errores cometidos y amplían la investigación (Bárcena, 2015).

En la Figura 1 que se muestra a continuación, se presenta un esquema que relaciona las 5 fases de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), en la cual se detalla los subtemas que involucra cada una y el proceso que se realiza para desarrollar la situación problemática planteada. También se representa el proceso cíclico que tiene esta metodología, en donde se puede regresar a una fase anterior para reformular o cambiar algún paso que los participantes han obviado y que puede ser fundamental para el desarrollo de la situación.

Figura 1

Representación de las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI)



Nota. Tomada de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72).

2.5 Competencias y capacidades del área de Ciencia y Tecnología que se consideran en la presente investigación

En el contexto peruano el área donde se enseñan las ciencias naturales como: física, química, biología, etc., se denomina “Ciencia y Tecnología”, esta comprende un “enfoque de indagación y alfabetización científica y tecnológica” (MINEDU, 2016) el cual se encuentra inmerso en tres competencias que son las siguientes:

- Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos.
- Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.
- Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno.

Cada una comprende capacidades que se adaptan a estas para lograr en los estudiantes de secundaria el desenvolvimiento en la competencia científica. Es por ello, que para el presente trabajo de investigación se han tomado en cuenta capacidades que comprenden dos competencias de las que se han mencionado en líneas anteriores. A continuación, estas se describen de manera breve con sus capacidades que se han tenido en cuenta para el desarrollo de la presente investigación.

2.5.1 *Competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos"*

Esta competencia fomenta en los estudiantes la curiosidad sobre las cosas, el asombro y escepticismo de lo que sucede a su alrededor, para con ello comprender los principios y leyes científicas. Esto se realiza a través de un proceso de indagación que lleva consigo la anticipación de respuestas (hipótesis), el planteamiento sistemático para desarrollar un problema, la especificación de conclusiones y el planteamiento de nuevas preguntas. Por otro lado, esta competencia demanda de la reflexión permanente que realiza el estudiante para comprender las ciencias naturales (MINEDU, 2018). A continuación, se describen las capacidades que presenta esta competencia:

2.5.1.1 Problematiza situaciones. Esta capacidad se sustenta en pretender que el estudiante pueda ser capaz de cuestionarse sobre los hechos y fenómenos naturales que se presentan en la realidad, para este caso debe saber plantear preguntas de investigación y emitir posibles respuestas (MINEDU, 2016; MINEDU, 2018).

2.5.1.2 Diseña estrategias para hacer indagación. Esta capacidad implica que el estudiante sea capaz de proponer procedimientos experimentales para observar, manipular y comprender la relación de las variables en el proceso de experimentación. Además, debe seleccionar herramientas, materiales e instrumentos que sirven como recursos para poder recoger datos cualitativos/cuantitativos sobre lo que se propone desarrollar (MINEDU, 2016).

2.5.1.3 Genera y registra datos e información. Esta capacidad pretende que el estudiante emplee de manera adecuada los instrumentos y recursos experimentales para obtener datos cualitativos/cuantitativos que sean fiables de tal manera que permitan comprobar y refutar hipótesis planteadas anteriormente, además permite recurrir a fuentes de información para comprender mejor el fenómeno de investigación (MINEDU, 2018).

2.5.1.4 Analiza datos e información. Esta capacidad pretende que el estudiante pueda organizar sus datos obtenidos para realizar cálculos y generar gráficos estadísticos. Además, se pretende que sea capaz de comparar los datos obtenidos para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, similitud, equivalencia, pertenencia y diferencia para contrastar resultados que lleven a la afirmación o refutación de hipótesis (MINEDU, 2016).

2.5.1.5 Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación. Esta capacidad pretende que el estudiante realice una reflexión sobre su proceso de experimentación y pueda emitir conclusiones a través del análisis de los datos. Además, debe presentar su investigación o resolución del problema dándolo a conocer a un público mediante diferentes medios (MINEDU, 2018).

2.5.2 *Competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo"*

Esta competencia fomenta en los estudiantes la comprensión de los hechos y fenómenos que ocurren en el ambiente, es decir, se pretende que se dé una explicación a lo que sucede en la realidad y tratar de que esta sea mediante la evocación de conocimientos y la búsqueda de información. Además, se propone que el estudiante utilice estos conocimientos de manera activa para emitir elementos de juicio y poder evaluar implicancias en su vida y la sociedad (MINEDU, 2018).

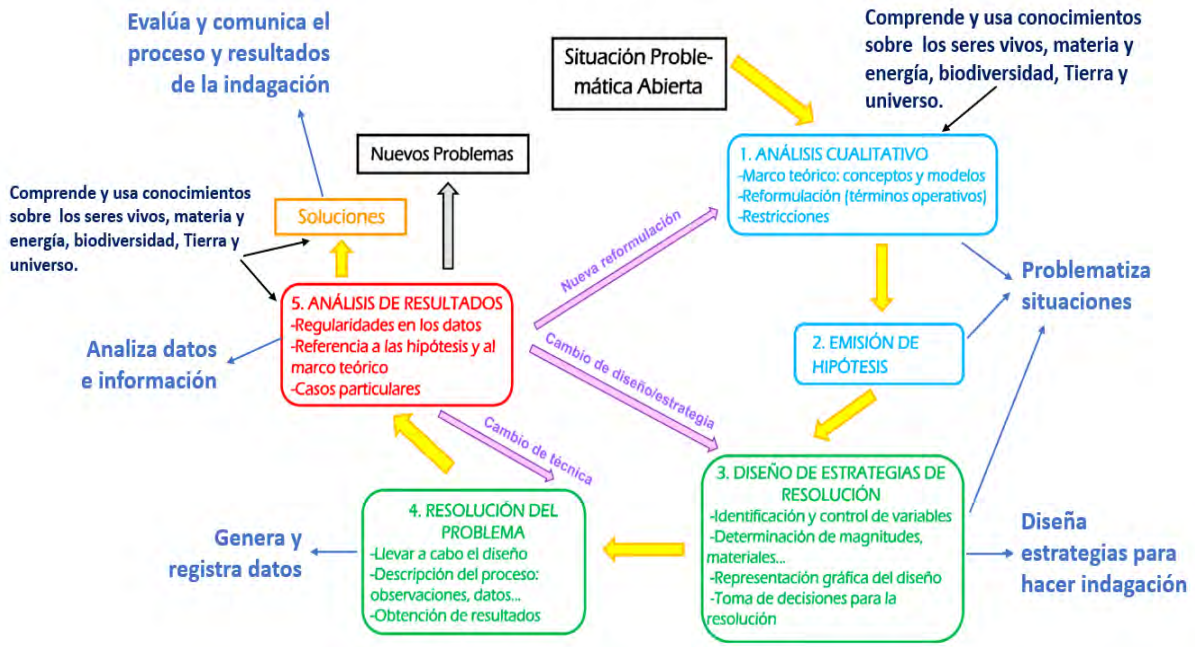
2.5.2.1 Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo. Esta competencia pretende que el estudiante comprenda conceptos, principios, teorías y leyes que permiten la interpretación de la estructura y funcionamiento de la naturaleza y la tecnología que lo rodea. Además, este debe evaluar situaciones donde la aplicación de la ciencia y la tecnología se encuentren en debate. Por otro lado, se espera que describa las propiedades de la materia y dé una explicación de los cambios que se conciben después de una experimentación (MINEDU, 2016; MINEDU, 2018).

2.6 Relación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología con las fases de la MRPI

La relación que existe entre las capacidades del área de Ciencia y Tecnología, tomadas en cuenta para este estudio, con la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) se explica en la presentación de la Figura 2, en donde se detalla cada una con sus respectivas fases de la MRPI.

Figura 2

Relación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología con las fases de la MRPI



Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016).

La capacidad “Problematiza situaciones” se relaciona con dos fases de la MRPI las cuales son: Análisis cualitativo y Emisión de hipótesis; esto debido a que en un proceso de experimentación se debe iniciar por una reformulación de la situación problemática y determinar las restricciones para que dicha investigación tenga objetivos claros. Además, se busca en esta primera capacidad el hecho de emitir hipótesis para tener una visión más concreta.

La capacidad “Diseña estrategias para hacer indagación” se relaciona con la fase de la MRPI: Diseño de estrategias de resolución”; esto debido a que para realizar un diseño de experimentación se deben tener en cuenta la determinación de las variables experimentales, tener en cuenta una representación de lo que se quiere hacer mediante un gráfico o un dibujo y tomar decisiones para la resolución de una situación problemática.

La capacidad “Genera y registra datos” se relaciona con la fase de la MRPI: Resolución del problema; en donde, se lleva a cabo la experimentación planteada en el diseño, se registran los datos más importantes y se llegan a resultados obtenidos mediante la observación o registro de estos.

La capacidad “Analiza datos e información” se relaciona con la fase de la MRPI: Análisis de resultados; esto debido a que, en esta capacidad se pretende el análisis de los datos obtenidos durante la experimentación para poder refutar o concretar las hipótesis emitidas en un inicio. Además, se busca llegar a conclusiones que reflejen los resultados obtenidos durante la experimentación.

La capacidad “Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación” se relaciona el apartado de la MRPI en donde se designa la solución y presentación de la situación problemática mediante un informe o documento. Para este caso se busca que las conclusiones sean evaluadas mediante una reflexión de la experimentación y que todo el proceso de la investigación sea entendido por un público externo.

La capacidad “Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo” se relaciona con dos fases de la MRPI: Análisis cualitativo y Análisis de resultados; esto debido a que, en la primera fase se toman en cuenta conceptos clave para realizar un marco teórico que sirve para la resolución del problema y en la última fase se toman en cuenta estos mismos conceptos para plantear las conclusiones a las que se ha llega en una investigación.

2.7 Temas de Física relacionados con la situación problemática abierta planteada

A continuación, se desarrollarán los temas de física que se relacionan con el presente trabajo de investigación, en donde se puede fundamentar la importancia que abarca presentar situaciones problemáticas abiertas, ya que no solo incluye a un tema en específico, sino que da realce a que se tomen en cuenta algunos otros que los participantes crean convenientes.

2.7.1 *Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)*

El plan de estudios de educación secundaria contempla la asignatura de Física como parte integrante del conjunto de conocimientos generales que deben y tienen que aprender los alumnos

para interpretar mejor las diversas situaciones que en todo momento se presentan en la vida cotidiana (Parrales y Tínoco, 2009); es por ello por lo que, los contenidos de física por lo general se enseñan en aquellos últimos años de la educación secundaria en donde se amerita mucho la representación problemática de una situación habitual. La cinemática es una de las ramas de la física que "recoge un conjunto de leyes que describen el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan" (Paricio-Muñoz, 2014, p. 7), esto permite representar algunos fenómenos en donde se evidencia movimiento y que están muy presentes en la vida diaria.

El Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), también llamado Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), es uno de los temas principales de cinemática que se enseña en el nivel secundario de la educación básica de los países. Para enseñar su contenido, primero se parte de un tema principal que sirve como su introducción y que da hincapié a algunos conceptos que se involucran, este es el Movimiento rectilíneo uniforme (MRU); o en todo caso podría decirse que es una continuación del tema de movimiento rectilíneo uniforme, ya que los dos poseen la misma idea de representar el movimiento, pero con ciertas diferencias.

2.7.1.1 Definición. Se define Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) como el movimiento cuya trayectoria es una línea recta y su aceleración es constante, en este caso la velocidad va cambiando al mismo ritmo durante todo el tiempo en que ocurre el movimiento (Young y Freedman, 2009; Mejía, 2012).

Para el estudio de este movimiento se debe tener en cuenta algunos conceptos fundamentales que están involucrados con este tema y que durante la enseñanza de estos deben ser bien explicados y no dejarse de lado, estos conceptos son: movimiento, posición, móvil, desplazamiento, distancia, trayectoria de un móvil, aceleración, velocidad inicial, velocidad final, espacio y sistema de referencia.

- Movimiento: Se da cuando un objeto cambia su posición en un tiempo determinado (Vaccaro y Ocón, 2007), o también cuando este se desplaza de un lugar a otro.
- Posición: es la ubicación de un móvil en un instante determinado con respecto a un punto de referencia elegido que se considera el origen de un sistema coordenado (Serway y Jewett, 2008; Vaccaro y Ocón, 2007).
- Móvil: Es todo aquello que puede moverse o se mueve por sí mismo (RAE, 2019), ejemplo de ello, pueden ser las personas u objetos que permitan representar movimiento.
- Desplazamiento: es aquella distancia en línea recta que se concibe entre dos puntos, teniendo a su vez en cuenta la dirección del punto de partida y la posición final (Wilson et al., 2007).
- Distancia: es aquella longitud de una trayectoria seguida por un móvil (Serway y Jewett, 2008).

- Trayectoria: es aquella línea que se describe en el plano o espacio por un móvil; es decir, es el camino que se va describiendo conforme se mueve un móvil en su recorrido (Yrivarren, 2016; RAE, 2019).
- Aceleración: Es aquella magnitud que mide la variación de la velocidad de un móvil con respecto a la unidad de tiempo (Mejía, 2012).
- Velocidad inicial: es aquella velocidad al inicio de un intervalo de tiempo, si el móvil se encuentra en reposo esta velocidad tiene un valor cero (Salazar, 2015).
- Velocidad final: es aquella velocidad que se da al terminar el recorrido de un móvil en un intervalo de tiempo (Salazar, 2015).
- Espacio: es una especie de matriz tridimensional, en la cual se pueden colocar objetos o a través de esta se pueden mover. Cada cuerpo en el universo se encuentra situado en un espacio determinado (Rubio, 1985).
- Sistema de referencia: es el marco constituido por un observador a través del cual se miden las diversas posiciones del móvil a lo largo del tiempo (Auzmendi, 2017).

2.7.1.2 Deducción de las fórmulas de MRUA. Para deducir las fórmulas que se establecen en este movimiento, primero se debería tener en cuenta lo que es Movimiento rectilíneo uniforme que es el tema anterior para que se enseñe Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. El Movimiento rectilíneo uniforme estable una fórmula general en donde se relaciona el tiempo, la velocidad y el espacio; en esta fórmula se establece que el espacio recorrido por un móvil es igual a la velocidad constante que lleva este en relación con un determinado tiempo; en consecuencia, la velocidad constante que adquiere el móvil se mide a través de la división entre el espacio recorrido con el tiempo que se ha tomado para recorrerse.

$$v = \frac{e_f - e_i}{t_f - t_i}$$

A partir de la fórmula mostrada se podría explicar que la velocidad que se muestra es constante durante todo el tiempo que dura el movimiento y que en el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado esta velocidad cambia por lo que se tiene una aceleración. La fórmula de la aceleración establece que esta es igual al cambio de velocidad durante en un tiempo determinado; en este caso la velocidad inicial es diferente a la velocidad final.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

En la fórmula anterior se podría establecer que el tiempo, al empezar de cero, es igual al tiempo final, con esto la representación de la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

Lo realizado con esta fórmula permite encontrar más fórmulas que se relacionan con el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y que puede facilitar que los alumnos puedan resolver situaciones problemáticas. Las fórmulas que se deducen a continuación son adaptadas de la explicación del canal de contenido educativo "Matemáticas Románticas" (2018).

- Para deducir la fórmula de MRUA en donde se quiere encontrar la velocidad final, lo que se tiene que hacer es despejar la fórmula de la aceleración de tal manera que todo quede en relación con la velocidad final.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$a.t = v_f - v_i$$

$$v_f = v_i + a.t$$

- Para deducir una fórmula de MRUA donde se quiere encontrar el espacio recorrido, se tiene que admitir que en la fórmula establecida en MRU la velocidad es variable, por lo cual se reemplaza la velocidad constante por la velocidad promedio, ya que al variar entonces se establece un promedio sobre la variación entre la velocidad final y la velocidad inicial.

  En MRU:

$$v = \frac{e}{t}$$

$$e = v.t$$

  Reemplazando la velocidad promedio:

$$e = \frac{v_f + v_i}{2} .t$$

- Para encontrar otra fórmula de MRUA donde se quiera encontrar el espacio recorrido, pero que no se presente la velocidad final, se tiene que reemplazar la fórmula de la velocidad final demostrada anteriormente en la fórmula del espacio demostrada en el apartado anterior.

  Fórmulas involucradas:

$$v_f = v_i + a.t$$

$$e = \frac{v_f + v_i}{2} .t$$

  Reemplazando las fórmulas:

$$e = \frac{(v_i + a.t) + v_i}{2} .t$$

$$e = \frac{2v_i + a.t}{2} . \ t$$

$$e = \frac{2v_i.t + a.t^2}{2}$$

$$e = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

- Para encontrar otra fórmula en MRUA donde se pida la velocidad final y no esté especificado el tiempo, lo que se tiene que hacer es despejar en la fórmula de la aceleración de tal manera que quede en relación con el tiempo, luego reemplazarlo en la fórmula del espacio en donde se muestra el promedio de la velocidad, y por último resolver esas ecuaciones.

  Despejando:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

Fórmulas involucradas:

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

$$e = \frac{v_f + v_i}{2} . t$$

Resolviendo:

$$e = \frac{(v_f + v_i)}{2} . \frac{(v_f - v_i)}{a}$$

$$e = \frac{{v_f}^2 - {v_i}^2}{2a}$$

$$2ae = {v_f}^2 - {v_i}^2$$

$${v_f}^2 = {v_i}^2 + 2ae$$

Demostrar estas fórmulas ayuda a los estudiantes a comprender de donde surgen y cuál es su relación con el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, ya que sirven de gran ayuda para cuando se desarrollan situaciones problemáticas que requieran de este tema.

Además, al tener claro la demostración de las fórmulas de este tema se deja evita que los estudiantes puedan caer en un mecanicismo donde solo se le entreguen las fórmulas sin comprender de donde salen o como están relacionados sus diferentes factores como, por ejemplo: aceleración, velocidad final, espacio, etc.

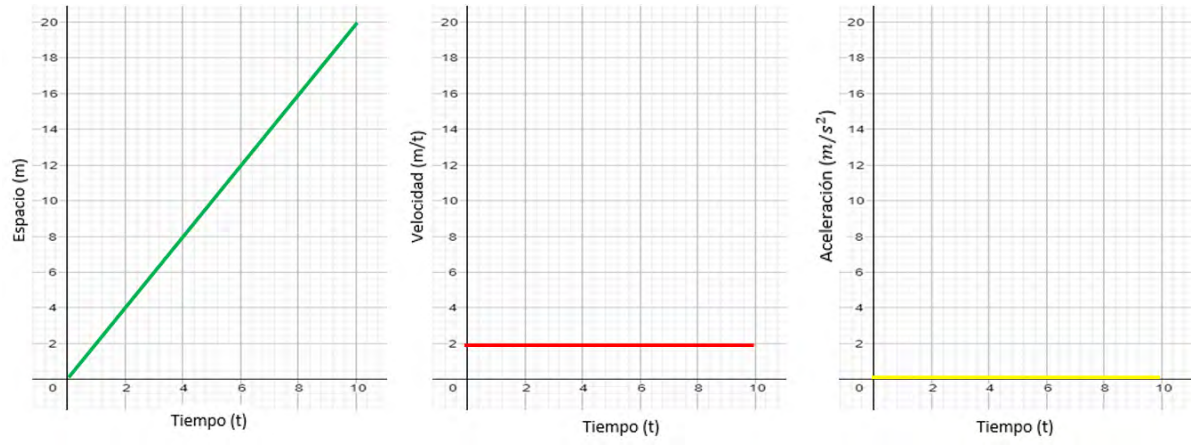
2.7.1.3 Diferencias con el Movimiento rectilíneo uniforme (MRU). La principal diferencia entre el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) con el Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) es que en el primero su velocidad es siempre constante en todo el recorrido mientras que en el segundo existe una variación de la velocidad la cual se le denomina aceleración, y esta es constante. Otras diferencias que existen entre estos dos movimientos están en las representaciones que se dan en sus gráficas, en donde se puede apreciar que las gráficas de MRU son distintas a las de MRUA.

En la Figura 3, se representan las gráficas que involucra el Movimiento rectilíneo uniforme del siguiente problema: Un carro avanza en línea recta con una velocidad de 2 m/s, ¿a qué distancia estará dicho carro con respecto al punto de inicio transcurridos 10 segundos? (problema de elaboración propia).

La primera gráfica representa la posición del móvil respecto al tiempo, cuya representación está dada por una línea diagonal; la segunda representa la velocidad respecto al tiempo y se da a través de una línea horizontal; y la tercera representa la aceleración respecto al tiempo y está dada por una línea horizontal que es igual al del eje horizontal, es decir, que la aceleración en este movimiento es siempre igual a cero. Las gráficas ayudan a detallar el recorrido del carro y hallar de manera gráfica la respuesta al problema que se ha planteado, en este caso la respuesta es 20 metros.

Figura 3

Representación de las gráficas de Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)



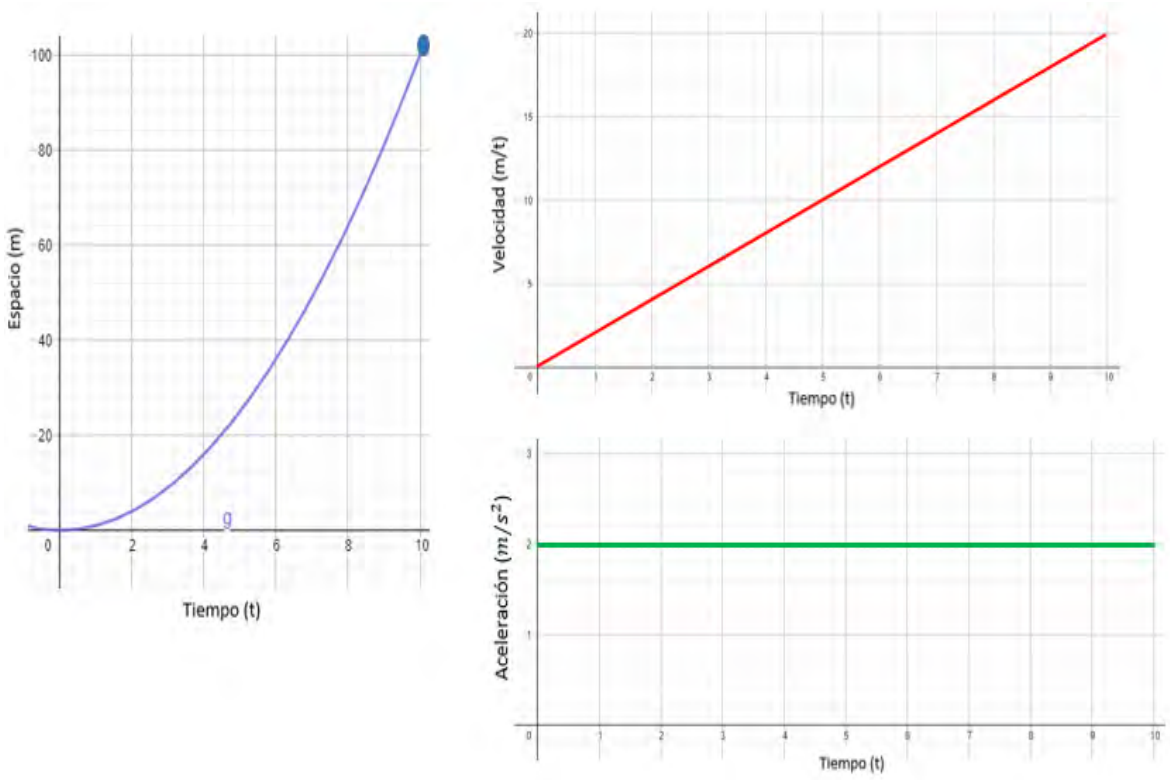
Nota. Se presenta un ejemplo de las gráficas de Movimiento rectilíneo uniforme. Elaboración propia.

La Figura 4, muestra las representaciones de las gráficas del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado del siguiente problema: Un carro avanza con una aceleración de $2m/s^2$, ¿a qué distancia se encontrará este carro respecto a su punto de inicio al transcurrir 10 segundos? (problema de elaboración propia); la primera gráfica representa la posición del móvil respecto al tiempo transcurrido y está dada por una rama de parábola que refleja el espacio recorrido por dicho móvil; la segunda gráfica muestra la velocidad que varía con respecto al tiempo y está dada por una

línea recta diagonal que manifiesta el cambio constante de esta velocidad; y la tercera gráfica representa la aceleración con respecto al tiempo y está dada por una línea horizontal. Las gráficas ayudan a detallar el recorrido del carro y hallar de manera gráfica la respuesta al problema que se ha planteado, en este caso la respuesta es 100 metros.

Figura 4

Representación de las gráficas de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)



Nota. Se presenta un ejemplo de las gráficas de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Elaboración propia.

2.7.1.4 Enseñanza del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. La enseñanza de este tema requiere mucho el hecho de poner en contexto al estudiante en una situación real que presente los conceptos involucrados, ya que así el alumno puede comprender en qué momento o circunstancia aplicarlo, por lo que es aconsejable que durante el proceso de enseñanza aprendizaje de este tema los profesores planteen situaciones muy acordes a la vida cotidiana que evidencien los estudiantes (Castañeda et al., 2017), ejemplo de ello se podría tener una situación en donde un automóvil se desplaza de un lugar a otro en línea recta, o aquella situación en donde una persona se desplaza cada vez con cierta aceleración constante.

Cabe recalcar que estos ejemplos no son los únicos, sino que son los principales que se plantean en los libros de física para enseñar este tema. En la enseñanza de este contenido los profesores deben transmitir ejemplos claros y contundentes que puedan ser interpretados sin ninguna dificultad por los alumnos, aunque se sabe que encontrar situaciones de la vida cotidiana donde se tenga una aceleración constante es un muy complicado, ya que las diferentes situaciones que se realizan no siempre transmiten solo Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, es decir, no solo se mueven en línea recta ni poseen siempre una aceleración constante(López y Orozco, 2017).

2.7.1.5 Revisión de las metodologías utilizadas en la enseñanza del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Para enseñar el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado existen muchas metodologías que adoptan cómo principal fundamento el basarse en el método científico; el cual, como presenta Arias (2006), consta de seis pasos como: la observación, la formulación del problema, la formulación de la hipótesis, la verificación, el análisis y las conclusiones. Todas estas metodologías están en relación con la metodología tradicional y la metodología indagativa, las cuales pueden variar en su planteamiento, pero la finalidad es la misma.

La metodología más habitual que utilizar los docentes es la tradicional, que se centra en dar explicaciones teóricas y tomar apuntes, cuyos recursos didácticos son la pizarra, el libro de texto, el laboratorio e incluso la proyección de presentaciones digitales (Paricio-Muñoz, 2014). Esta metodología tiene como principal referente al docente, ya que todo desarrollo de los problemas se da a través de su participación. Cuando se enseña MRUA a través de esta metodología se suele tener como punto de partida el contenido que presenta el libro de Física, las explicaciones de los conceptos son tal cual se mencionan en este material, se escoge un problema y se desarrolla a través de la pizarra para que luego el alumno utilice el mismo procedimiento y resuelva algunos otros; en el caso de que se realiza una experimentación en el laboratorio, los alumnos deben recopilar datos y desarrollar, a través de un método, el problema propuesto, de igual forma se realiza con la proyección de presentaciones digitales.

La metodología indagativa se centra en la investigación del tema, donde se pretende que los estudiantes exploren el mundo natural para generar preguntas, encontrar explicaciones, someterlas a prueba y comunicar las ideas a otros. Este proceso es guiado por la curiosidad y la pasión por comprender, y ofrece al docente una base para la introducción de aportes creativos e innovadores en su quehacer pedagógico (González, 2013). En la enseñanza de MRUA, a través de esta metodología, primero se parte de una situación problemática abierta donde se hace un esbozo general del tema, esto con la finalidad de pretender que el alumno relacione sus conocimientos previos con el tema propuesto, cuando sabe sobre qué conceptos están relacionados con el tema se propone a investigar sobre estos y genera un constructo teórico, luego de adquirir cierto conocimiento sobre el tema recién empieza el desarrollo de la situación problemática. Esta metodología no solo genera que el

participante aprenda a desarrollar situaciones problemáticas, sino que mediante la investigación previa sobre lo que involucra al Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, genere un aprendizaje del tema propuesto con mayor relevancia; es decir, no se conduce al alumno a memorizar las fórmulas de MRUA, sino a llegar a comprenderlas y aplicarlas durante todo el desarrollo del problema.

2.7.1.6 Dificultades para el aprendizaje del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. "Uno de los temas de la Física en los que se identifican dificultades para su aprendizaje es el estudio del movimiento" (Castañeda et al., 2017, p. 3), que contiene el movimiento rectilíneo y movimiento circular, dentro del movimiento rectilíneo está presente el estudio del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. En este tema, al igual que los otros temas de cinemática, se presentan algunas dificultades que manifiestan los alumnos durante el proceso de enseñanza aprendizaje. Estas dificultades se describen a continuación:

- Se presentan dificultades con respecto al aprendizaje de los conceptos que se involucran en este tema. En este caso, el alumno piensa que el concepto de velocidad es exactamente igual al de aceleración; por otro lado, suele confundir los conceptos de velocidad media, velocidad instantánea y rapidez, expresando muchas veces que son lo mismo (Fernández, 2015; Ramos, 2009).
- Los estudiantes no establecen una relación entre las fórmulas y la situación problemática que se les plantea. En este caso es habitual que las ideas erróneas o insuficientes que poseen los estudiantes se debe muchas veces a las tareas repetitivas que se les dejan, estos solo reproducen las respuestas de manera mecánica sin tener un razonamiento de por medio (Paricio-Muñoz, 2014); en este caso, casi nunca se aprenden de manera significativa, ya que se memorizan las fórmulas para el momento y no para la vida.
- Los alumnos suelen confundir las gráficas de MRUA con las de MRU, esto debido a que en estos dos movimientos se representan tres gráficas: el espacio en relación con el tiempo, la velocidad en relación con el tiempo y la aceleración en relación con el tiempo; la dificultad surge cuando los profesores no saben explicar los conceptos involucrados o no hacen una diferencia entre los dos movimientos a manera de conclusión.

2.7.2 *Segunda ley de Newton*

La Segunda ley de Newton es un tema esencial de dinámica en donde se fundamenta el término Fuerza y desde el cual se concibe una percepción del movimiento de los cuerpos impulsados por una fuerza que queda determinado por su interacción con el medioambiente; para que este cuerpo empiece a tener una aceleración es necesario que la fuerza ejercida sobre este cuerpo sea mayor a cero, o de lo contrario no se experimentará una aceleración y el cuerpo estará en reposo o en movimiento constante como es el movimiento rectilíneo uniforme (Becerra, 2009).

2.7.2.1 Definición. Para poder comprender la definición de Segunda ley de Newton es necesario conocer el concepto de Fuerza, donde se puede entender que fuerza, en términos de física, es la causa capaz de poder alterar el estado de reposo en que se encuentra un cuerpo; es decir, se adquiere un movimiento que no es constante o se gana una aceleración que hace que el movimiento del cuerpo sea cada vez mayor (RAE, 2022; Mosquera, 2012). Por lo cual, la definición de Segunda ley de Newton, Becerra (2009) la define como aquel acontecimiento donde la suma vectorial de todas las fuerzas que intervienen sobre un móvil es igual a su masa multiplicada por su aceleración.

Para el estudio de la Segunda ley de Newton, adicional a conocer el concepto de fuerza, es necesario tener en cuenta algunos conceptos claves que son necesarios para comprender este tema de Física, estos conceptos son los siguientes: fuerza de fricción, coeficiente de fricción, fuerza normal, peso, masa y gravedad.

- Fuerza de fricción: Aquella fuerza que se da como resistencia durante el desplazamiento o deslizamiento de un cuerpo sobre una superficie, en algunos casos impide o retarda que este cuerpo se deslice mientras se encuentran en contacto (Yrivarren, 2016).
- Coeficiente de fricción: Es aquel número adimensional cuyo valor es dependiente de la materia que se forma mediante el contacto directo de dos superficies, la del cuerpo que se está moviendo y la superficie en donde se apoya este (Yrivarren, 2016).
- Fuerza normal: Aquella fuerza con la cual una superficie se opone a un cuerpo que se le sitúa encima, si no existiera esta fuerza el cuerpo se hundiría en la superficie (Martín, 2018).
- Peso: Aquella fuerza de gravitación universal que ejerce el planeta tierra sobre el cuerpo de un móvil (Bueche y Hecht, 2007).
- Masa: Es aquella magnitud física, medida de su inercia, que expresa la cantidad de materia que posee un cuerpo, determina la aceleración que se produce si una fuerza actúa sobre él y su unidad en el sistema internacional es el Kilogramo (Bueche y Hecht, 2007; RAE, 2022).
- Gravedad: Aquella fuerza que la tierra ejerce sobre los demás cuerpos hacia su entorno (RAE, 2022).

2.7.2.2 Deducción de la fórmula de la Segunda ley de Newton. Para deducir la fórmula establecida de La Segunda ley de Newton, que no es más que la fórmula de fuerza y en donde nos dice que esta es igual a masa por aceleración, se debería tener en cuenta el concepto de cantidad de movimiento o momentum lineal en donde se describe la siguiente fórmula:

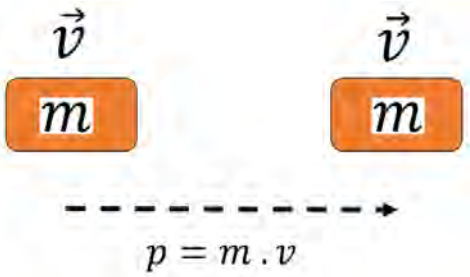
$$\vec{p} = m \,.\, \vec{v}$$

El canal educativo “Profesor Sergio Llanos” (2016) explica esta fórmula de cantidad de movimiento o momentum lineal expresando que:

- Cuando un cuerpo cambia de posición con respecto al tiempo, este adquiere una velocidad y se evidencia un desplazamiento, a diferencia de un cuerpo que está en reposo en el mismo lugar no adquiere un desplazamiento y menos una velocidad que permita moverse. Es por ello por lo que, si se tiene un cuerpo con una masa (m) y se mueve a una velocidad (v), su cantidad de movimiento o momentum lineal (p) es producto de su masa multiplicada por su velocidad (véase Figura 5).

Figura 5

Descripción de la cantidad de movimiento o momentum lineal

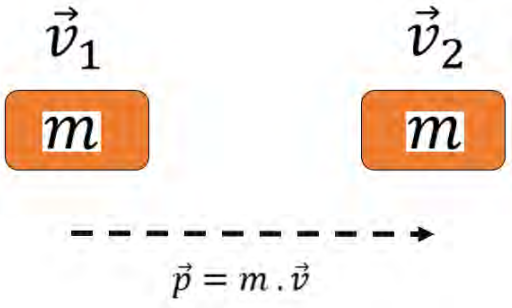


Nota. Elaboración propia.

- Cuando este cuerpo con la misma masa cambia su velocidad, entonces dependientemente de ello cambia su cantidad de movimiento o momentum lineal; ya que, existe una variación de la velocidad $(v_2 - v_1)$ entonces se podría expresar este acontecimiento de la siguiente manera (véase Figura 6).

Figura 6

Descripción de la cantidad de movimiento o momentum lineal cuando se tiene variación de velocidad



Nota. Elaboración propia.

Continuando con la deducción de la fórmula de la Segunda ley de Newton, el canal educativo "Xokopepe enseña" (2021) explica que ya teniendo conocimiento de lo que trata la cantidad de movimiento o momentum lineal y sabiendo que la ley de la conservación del momentum, en donde la cantidad del momentum total es constante, se puede deducir la fórmula de la Segunda ley de Newton.

$$\vec{P}_{total} = Constante$$

Cuando se define momentum como masa por velocidad, se puede definir como consecuencia que la fuerza como la derivada del momentum y como es consecuencia de un cambio con respecto al tiempo se tiene que dividir entre el tiempo. En una primera presentación de la fórmula, esta quedaría de la siguiente manera:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Reemplazando el momentum con la expresión de masa por velocidad, la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\vec{F} = \frac{d(m\,.\,\vec{v})}{dt}$$

Aplicando la regla de la derivada de un producto en la fórmula anterior, lo que se obtiene es lo siguiente:

$$\vec{F} = \frac{dm}{dt}(\vec{v}) + (m)\frac{d\vec{v}}{dt}$$

Aplicando la derivada de la velocidad, siendo esta derivada la aceleración, la fórmula quedaría expresada de la siguiente manera:

$$\vec{F} = \frac{dm}{dt}(\vec{v}) + m\,.\,\vec{a}$$

Suponiendo que la derivada de la masa con respecto al tiempo es cero, ya que si hay una partícula viajando en un espacio no se agranda ni se encoje, es decir, su masa sigue siendo la misma y para acontecimientos de la realidad eso tiene sentido físico. En consecuencia, de esta suposición, toda la primera parte se convierte en cero quedando así la fórmula de la Segunda ley de Newton:

$$\vec{F} = m\,.\,\vec{a}$$

Toda esta demostración es consecuencia de haber definido la cantidad de movimiento o momentum lineal, además se adopta una veracidad con respecto a esta demostración ya que cuando se da el cambio del momentum con respecto al tiempo adquiere una variación de la velocidad y esto es la aceleración del cuerpo. Para que un cuerpo tenga una variación de la velocidad, que en este caso es la aceleración, tiene que haber una fuerza de por medio.

2.7.2.3 Diferencias con las otras leyes de Newton. Durante el aprendizaje de la dinámica, las leyes de Newton desempeñan un papel fundamental para poder determinar los diferentes movimientos que se producen debido a la interacción de las fuerzas que se ejercer de unos cuerpos sobre otros, esto quiere decir que las 3 leyes de Newton: Ley de inercia, Ley fundamental de la dinámica y Ley de acción y reacción, explican los fenómenos que se evidencian en todos los movimientos (Matute, 2019; Yrivarren, 2016).

A continuación, se hará una diferencia general entre estas 3 leyes de Newton mediante sus definiciones y fórmulas, sin ingresar a profundidad, ya que para efectos de este trabajo de investigación se centra solo en la Segunda ley de Newton (véase Tabla 1).

Tabla 1

Diferencia general de las leyes de Newton mediante sus definiciones y fórmulas

	Definiciones	Fórmulas
Definiciones de las leyes de Newton	**Primera Ley de Newton o Principio de Inercia:** Si sobre un cuerpo no se ejerce una fuerza neta, entonces este cuerpo permanecerá en reposo o si se está moviendo seguirá con su movimiento en línea recta con la misma velocidad (MRU). En la fórmula, si se le aplica a un cuerpo una fuerza uno ($\overrightarrow{F_1}$) se debe aplicar una fuerza dos ($\overrightarrow{F_2}$) igual en dirección opuesta para que la sumatoria de fuerzas sea igual a cero y el cuerpo se mantenga en reposo o con la misma velocidad constante.	$\sum \vec{F} = 0 = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = 0$
	Segunda Ley de Newton o Principio de Dinámica: Si sobre un cuerpo se ejerce una fuerza, este sufre los efectos. Es decir, la fuerza aplicada pone en movimiento a este cuerpo que antes estaba en reposo, puede detener o hacer que este aumente o disminuya su velocidad con la que se desplazaba, o simplemente deformarlo; cuando se da un cambio de aceleración se le denomina aceleración. En la fórmula, se representa la fuerza en donde esta es el producto de la masa del cuerpo por su aceleración.	$\overrightarrow{F_{neta}} = m \, . \, a$
	Tercera Ley de Newton o Principio de Acción y Reacción: Si un cuerpo A ejerce una fuerza (acción) sobre otro cuerpo B, este cuerpo B también ejerce una fuerza igual sobre el cuerpo A, pero en sentido contrario (reacción). En la fórmula, se hace representación de la interacción de las fuerzas en parejas.	$\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}$

Nota. Adaptación de la información extraída de Yrivarren (2016, pp. 78-79).

2.7.2.4 Enseñanza de la Segunda ley de Newton. En la enseñanza de este tema el docente debe mantener una reflexión constante de la labor que realiza, de sus propias perspectivas pedagógicas y variar las metodologías que establece para poder alcanzar el aprendizaje de sus estudiantes; cuando se inicia el estudio de la dinámica, los estudiantes se encuentran con nuevos conceptos y magnitudes que antes no han abordado, que son fundamentales para entender las distintas causas que provocan el movimiento, uno de los conceptos nuevos que abordan para el tema de Segunda ley de Newton es Fuerza, en donde se suele anunciar de manera general que es igual a la multiplicación de masa por aceleración, además se fundamenta que si un cuerpo de masa “m” se le

aplica una fuerza este adquiere una aceleración (Perdomo-Rodríguez, 2016; Matute, 2019; Tamir y Ruiz, 2008).

Para enseñar el presente tema es fundamental el desempeño del docente de ciencias naturales en el momento de impartir los contenidos necesarios y acompañando a los estudiantes en la aplicación de estrategias y técnicas que les resulten favorable para adquirir una enseñanza relevante. Una metodología tradicional sobre este tema muestra el uso indispensable de los textos escolares, ya que muestran los contenidos, actividades y procedimientos de resolución de problemas que se espera que los alumnos trabajen (Matute, 2019). En una metodología innovadora que se adopte para enseñar el tema de Segunda ley de Newton lo que se recomienda es que presente herramientas didácticas que permitan fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y así se obtenga importancia en diseñar estrategias de impacto que generen la apropiación del conocimiento significativo de los contenidos del tema (Rivera, 2004).

2.7.2.5 Revisión de las metodologías utilizadas en la enseñanza de la Segunda ley de Newton. Como se ha especificado en el apartado anterior, existen metodologías para enseñar el tema de Segunda ley de Newton en donde adoptan sus propias características y están enfocadas generalmente en metodologías tradicionales e innovadoras. Las metodologías tradicionales consideran fundamental la resolución de problemas y ejercicios mediante un proceso estructurado de actividades que permitan al estudiante asimilar los contenidos de manera mecánica; en el tema de Segunda ley de Newton es primordial que se presente el concepto de fuerza en relación con las ideas de movimiento y el tipo de analogías que permitan el desarrollo de ejercicios de papel y lápiz o en prácticas de laboratorio (Mosquera, 2012; Zalamea et al., 1997).

Las metodologías innovadoras para enseñar la Segunda ley de Newton proponen que se trabajen con recursos tecnológicos y aplicativos en donde se pueda realizar experimentos que permita interpretar los conceptos de manera experimental, esto se considera adecuado ya que los estudiantes evidencian facilidad para la comprensión de estos conceptos mediante la observación de los fenómenos suscitados en las distintas situaciones; algunas situaciones que se podrían plantear para este tema en experimentos con planos inclinados con y sin rozamiento (Capuano; 2011; Vargas et al., 2012; Bautista et al., 2010).

Desde la perspectiva de las metodologías tradicionales e innovadoras comparten estilos en que se debe enseñar partiendo desde los conceptos que se involucran en el tema de Segunda ley de Newton, tales como: posición, movimiento, rapidez, velocidad, aceleración y sistema de referencia, entre otros; ya que esto permite que los estudiantes conozcan y vivan las ciencias naturales de tal manera que logren comprender los contenidos y comuniquen su aprendizaje a través de experiencias y observaciones (Mosquera, 2012; Vargas et al., 2012). En algunos estudios como el de Valero (1995, como se citó en Mosquera, 2012) se hace una diferencia y relación entre los conceptos de peso y masa,

ya que son relevantes para el estudio de las unidades de fuerza y es una manera introductoria para las actividades que se realizan para aprender dicho tema.

2.7.2.6 Dificultades para el aprendizaje de la Segunda ley de Newton. En el aprendizaje de las ciencias, y más aún, en el tema de Segunda ley de Newton, es común encontrar dificultades a causa de la enseñanza tradicional que se emplea, siendo esta enseñanza un proceso monótono y memorista. Para enseñar Física es recomendable evitar adoptar un proceso tradicionalista y enfocarse en enseñar a través de una metodología constructivista que permita a los estudiantes aprender a través de aplicaciones que conlleva la fabricación de su propio aprendizaje, esto se fundamenta en el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel en su enfoque constructivista (Matute, 2019).

Algunas dificultades que muestran los estudiantes al momento de aprender la Segunda ley de Newton son las siguientes:

- Los estudiantes no analizan las magnitudes relacionadas con el tema, puesto que no comprenden su manejo y se crea una confusión para relacionar las unidades de las magnitudes que se involucran con la Segunda ley de Newton (Vargas, 2011).
- Los estudiantes no comprenden los dibujos proporcionados en los textos cuando se representa la dinámica del cuerpo a través de la fuerza que se aplica sobre este, ya que estos dibujos inanimados presentados en los ejercicios clásicos son únicamente representaciones de una situación física (Perales y Jiménez, 2002).
- Los estudiantes presentan dificultades relacionadas con las representaciones que tienen que ver con los movimientos de los cuerpos, no definen ni explican las características del movimiento de los cuerpos, además no asocian la interacción de la fuerza con el movimiento (Bolaños y Giraldo, 2016).
- Los estudiantes tienen dificultades en expresar con sus propias palabras los conceptos que se involucran con el tema de Segunda ley de Newton; como, por ejemplo: fuerza, aceleración y masa (Vargas, 2011).
- Los estudiantes presentan dificultades debido a que los espacios de laboratorio para realizar sus prácticas son reducidos, esto no permite abordar temáticas de los conceptos que se involucran al tema de Segunda ley de Newton y dificulta la visualización de estos en el trabajo de experimentación (Vargas et al., 2012).

2.7.3 *Energía mecánica*

Tratar sobre Energía mecánica resulta fundamental para poder seguir aprendiendo sobre la dinámica de los cuerpos, en este tema se fundamentan dos energías que la componen: Energía cinética y Energía potencial gravitatoria, en donde no se tiene que dejar de lado algunos conceptos involucrados en temas anteriores para poder explicar energía mecánica. Roa (2008) afirma que el

estudiante al llegar a tocar el tema de Energía mecánica ha desarrollado anteriormente algunos conceptos físicos que sirven como base para el aprendizaje de este, estos conceptos como: fuerza, masa, velocidad, gravedad y movimiento de los cuerpos, están presentes en temas anteriores como MRU, MRUA y las leyes de Newton, entonces estos sirven de anclaje para aprender nuevos conceptos que se toman en cuenta para este presente tema.

2.7.3.1 Definición. La definición más común que se encuentra en los libros o trabajos de investigación sobre Energía mecánica expresan que es aquella energía que resulta de la suma de la energía cinética y la energía potencial (elástica o gravitacional); en la cual, se fundamenta el movimiento que poseen los cuerpos, de su situación respecto de otro cuerpo (en general, la tierra) o de su desarrollo de deformación (Yrivarren, 2016).

Para el estudio de la Energía mecánica se deben tener presentes algunos conceptos que resultan fundamentales para comprender de qué trata esta energía, estos conceptos son los siguientes: Energía, Energía cinética, Energía potencial gravitatoria, Principio de conservación de la energía.

- Energía: es una propiedad asociada a la materia, es observable y medida de forma indirecta cuando produce cambios en un sistema o cuerpo (Roa, 2008).
- Energía cinética: es la energía que posee por el simple hecho de moverse, depende de su masa y de su velocidad según la relación. En su fórmula se expresa que es igual a la mitad del producto de la masa del cuerpo por su velocidad (Sevilla, 2016).
- Energía potencial gravitatoria: es la energía de un cuerpo que se adquiere como capacidad de producir trabajo por el hecho de estar a una altura determinada. En su fórmula se expresa que es igual al producto de la masa, la gravedad y la altura (Yrivarren, 2016).
- Principio de conservación de la energía: es aquel principio donde la energía se conserva, se transforma en otra energía. La cantidad de energía que hay al principio de la transformación es la misma que habrá al final, para el caso de Energía mecánica, la Energía cinética se transforma en Energía potencial gravitatoria y viceversa. Se puede afirmar a través de este principio que la energía no se crea ni se destruye, solo se transfiere o transforma (Yrivarren, 2016).

2.7.3.2 Deducción de la fórmula de la Energía mecánica. La deducción de la fórmula de Energía mecánica se realiza teniendo en cuenta la relación con las dos energías que la componen: energía cinética y energía potencial gravitatoria. Yrivarren (2016) en el libro que se ha proporcionado en las distintas instituciones educativas estatales del Perú en el área de Ciencia y Tecnología para estudiantes de quinto grado, hace una explicación de esta deducción de la siguiente manera:

- Al deducir la fórmula de Energía cinética, se debe tener en cuenta que esta es una forma de Energía mecánica en donde los cuerpos pueden realizar un trabajo por el hecho de estar en movimiento,

es decir, los cuerpos en movimiento tienen energía. En un cuerpo en movimiento que tenga aceleración se ejerce una fuerza neta que va a estar multiplicada por su desplazamiento de este y que va a ser igual al trabajo que realiza, así pues, calculando este trabajo:

$$w = \overrightarrow{F_N} \cdot \Delta\vec{x}$$

- Si el cuerpo en consideración parte del reposo, el desplazamiento que tenga será:

$$\Delta\vec{x} = \frac{1}{2}\,\vec{a}t^2$$

- Teniendo en cuenta la ecuación fundamental de la dinámica (Segunda Ley de Newton), entonces:

$$\overrightarrow{F_N} = m \cdot \vec{a}$$

- Entonces, si reemplazamos la fórmula del cuerpo en reposo y la fórmula de la dinámica en la fórmula de trabajo, quedaría expresada de la siguiente manera:

$$w = m \cdot \vec{a} \cdot \Delta\vec{x} = m \cdot \vec{a} \cdot \frac{1}{2}\,\vec{a}t^2 \rightarrow w = \frac{1}{2} m\,(at)^2 = \frac{1}{2}\,mv^2$$

- Por lo tanto, la fórmula de Energía cinética queda expresada de la siguiente manera:

$$E_c = w = \frac{1}{2}\,m\,v^2$$

- Para conocer la variación de velocidad una vez aplicada una fuerza, podemos saber cuál es el trabajo efectuado sobre un cuerpo, que corresponde a la variación de Energía cinética:

$$\begin{cases} E_{C_1} = \frac{1}{2}\,m\,{v_1}^2 \\ E_{C_2} = \frac{1}{2}\,m\,{v_2}^2 \end{cases} \rightarrow w = E_{C_2} - E_{C_1} = \Delta E_C$$

- Al deducir la fórmula de Energía potencial gravitatoria, se debe tener en cuenta que esta, al igual que Energía cinética, es una forma de Energía mecánica en donde un cuerpo tiene la capacidad de producir trabajo por el hecho de encontrarse a una altura. Considerando que un cuerpo de masa m sea elevado ejercitando una fuerza (F). El trabajo realizado será:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{x}$$

- Considerando el desplazamiento (x) como la altura (h), la fuerza que se ejerce para elevarlo tendrá un valor ligeramente superior al peso, pero en sentido opuesto para que esta elevación pueda darse. Si se considera que el cuerpo sube con rapidez constante, entonces se obtiene:

$$F = P = m \cdot g$$

- Si se sustituye la fuerza por el valor del peso y la altura por el valor del desplazamiento en la definición de trabajo, entonces se obtiene:

$$W = F \cdot \Delta x = m \cdot g \cdot h$$

- Entonces, la energía almacenada por un cuerpo (E_P) que se encuentra a una altura determinada es:

$$E_P = m \, . \, g \, . \, h$$

- La Energía potencial gravitatoria equivale al trabajo que ha costado para elevar el cuerpo de masa m a una altura h.

Ya deducidas las fórmulas de la Energía cinética y la Energía potencial gravitatoria, se puede decir de la Energía mecánica que es igual a la suma de dichas energías teniendo la siguiente fórmula:

$$E_{mecánica} = E_C + E_P$$

2.7.3.3 Diferencias con las otras energías. El tema de energía es muy amplio por su clasificación que se tiene. Así pues, se detalla una clasificación de lo que trata: Energía química, Energía térmica, Energía mecánica, Energía eléctrica, Energía magnética y Energía radiante. En la siguiente Tabla 2 se presentan las definiciones de las diferentes energías sin presentar la de Energía mecánica, ya que esta se ha definido anteriormente, además no se desea hablar a profundidad de cada una porque el presente trabajo de investigación se centra solo en Energía mecánica (véase Tabla 2).

Tabla 2

Diferencias de las energías mediante sus definiciones

	Definiciones de las diferentes energías
ENERGÍA QUÍMICA	Es aquella que está contenida en la materia debido a su estructura interna, se puede aprovechar gracias a las reacciones químicas.
ENERGÍA TÉRMICA	Es aquella que se transfiere mediante la calentura de los cuerpos, esta depende de dos magnitudes: de su temperatura y de la cantidad de materia de los cuerpos.
ENERGÍA ELÉCTRICA	Es aquella que se obtiene a partir del movimiento de las cargas eléctricas. La electricidad es necesaria para llevar a cabo la gran mayoría de actividades diarias.
ENERGÍA MAGNÉTICA	Es aquella que se obtiene debido a las acciones magnéticas; ejemplo de ello, se puede mostrar cuando una punta metálica está cerca de un imán tiende a conectarse con este.
ENERGÍA RADIANTE	Es aquella que transmiten las ondas electromagnéticas, ya sean los rayos X, las ondas de radio, la luz visible, etc.

Nota. Adaptación de la información extraída de Yrivarren (2016, pp. 126-127).

2.7.3.4 Enseñanza de la Energía mecánica. La enseñanza de este tema centra al estudiante a partir de la definición general de lo que sería energía y su clasificación que presenta, en este caso los docentes que enseñan física tienen que partir en enseñar por conceptos generales y en donde se puedan diferenciar las diferentes energías. Cuando se trata el tema de Energía mecánica, se debe poner en contexto que se involucrarán dos energías (cinética y potencial gravitatoria) para que el estudiante sepa de cuáles se tratan. Además, se deben plantear situaciones contextualizadas como el plano inclinado para poder explicar el principio de conservación de la energía (Ameneyro y Mora, 2010).

2.7.3.5 Revisión de las metodologías utilizadas en la enseñanza de la Energía mecánica. En la revisión de la literatura sobre las metodologías que se utilizan para la enseñanza de Energía mecánica, se obtiene información de estas en torno a que, como casi todos los temas de física, tienen que tratar la problemática del aprendizaje de los conceptos que se toman en cuenta para este tema. Respaldando lo dicho anteriormente, Picos y Mora (2020) fundamentan que las dificultades que se presentan en el aprendizaje de los cursos de física son producto de las deficiencias en la enseñanza de los conceptos, ya que resultan complejos y difíciles de abordar incluso para profesores que enseñan ciencias naturales.

Para cubrir esta problemática, las metodologías tradicionales se basan en enseñar los conceptos involucrados en el tema de Energía mecánica proporcionados por los textos educativos y enseñando mediante experimentos caseros en donde se puedan concebir estos conceptos; los cálculos se realizan aplicando las fórmulas del tema mediante lápiz y papel. Desde esta metodología, el trabajo de la ciencia se reduce a la aplicación del método científico como un planteamiento donde se recogen datos, se experimentan y observan los procedimientos, y se analizan los resultados para llegar a conclusiones mediante la utilización de procedimientos lógicos que se extraen de las mismas teorías y leyes que los respaldan (García y Sánchez, 2009; Torres, 2010).

Las metodologías innovadoras proponen que para enseñar el tema de Energía mecánica se incluya en las actividades el uso de las TIC (Tecnologías de la información y comunicación) en donde se seleccionen de manera paulatina las tareas de creciente complejidad con el fin de potenciar la comprensión de los conceptos, leyes y modelos de la física, además del desarrollo de habilidades inherentes al uso y la apropiación de herramientas y aplicaciones tecnológicas por parte de los estudiantes y los profesores, lo que permitirá calcular, pensar, comunicar y analizar datos de manera más relevante (Braunmüller et al., 2017).

El conjunto de metodologías tradicionales e innovadoras apunta a que la enseñanza de las ciencias sea, para los estudiantes, un conocer la construcción y evolución de los conceptos y teorías científicas, donde el estudio del concepto de energía ha tenido una concepción sustancial hasta la actualidad. La enseñanza del concepto de Energía mecánica se introduce luego de conocer las diferentes energías y desde la cual se abordan los distintos conceptos que son fundamentales para el dominio de este tema (Doménech et al., 2001; Ameneyro y Mora, 2010).

2.7.3.6 Dificultades para el aprendizaje de la Energía mecánica. Al igual que la gran mayoría de los temas de física, el tema de Energía mecánica presenta serias dificultades en la acción de la enseñanza y el aprendizaje. En la enseñanza, las dificultades se presentan en el hecho que los docentes aún adoptan metodologías tradicionalistas y evitan las metodologías que lleven a concebir un aprendizaje significativo como el que propuso Ausubel. En el aprendizaje, las dificultades están más

centradas en la comprensión de los conceptos que se tratan en este tema (Roa, 2008; Picos y Mora, 2020).

Según algunos estudios (Roa, 2008; Doménech et al., 2003) las dificultades halladas para el aprendizaje del tema de Energía mecánica son las siguientes:

- Los estudiantes presentan dificultades para diferenciar el concepto de fuerza y energía.
- Los estudiantes no conciben el concepto de trabajo en un ámbito científico sino más bien lo asocian al término esfuerzo.
- Los estudiantes presentan dificultades para distinguir el tipo de energía que se presenta en diversas situaciones planteadas.
- Los estudiantes no identifican la no conservación de la energía en sistemas mecánicos.

2.8 Recursos que se pueden utilizar para el desarrollo de la situación problemática planteada

La situación problemática abierta planteada: ¿Qué canica va más rápido en un plano inclinado?, se puede desarrollar aplicando muchos métodos y herramientas de los cuales los futuros docentes pueden hacer uso y tratar de llegar a la respuesta. Para este trabajo de investigación, lo que se pide es que el estudiante pueda encontrar esos métodos y herramientas que crea conveniente, estos pueden basarse en realizar un experimento casero en donde se calculen y encuentren resultados aplicando las fórmulas de los temas; también pueden optar por hacer uso de las TIC, en este caso aplicativos educativos (applets) o el programa Tracker.

El uso de nuevos métodos innovadores en donde se pueda plasmar un aprendizaje significativo se fundamenta en el proceso que se brinda, en donde el docente deje de ser el centro de todo un dictado de contenidos y que se centre al alumno como ejecutor de su propio aprendizaje; es por ello por lo que, los nuevos planes de estudio tienen como objetivo promover la convivencia y el aprendizaje en ambientes más colaborativos en donde se formen grupos de trabajo que tomen mayor participación dentro del proceso que realizan (García y Sánchez, 2009).

Tomando en cuenta los experimentos caseros y el uso de las TIC para la resolución de la situación planteada, lo que se espera que los estudiantes indaguen para saber con qué método ellos pueden desarrollar lo que se les plantea y además llegar a resultados verídicos y más exactos. Vargas et al. (2012) expresan que el uso de las nuevas tecnologías, específicamente de las simulaciones, permiten a los estudiantes y al docente visualizar, a diferencia de los experimentos de laboratorio, situaciones de las cuales se da de manera virtual explicaciones y soluciones, no como una estrategia única sino como complemento del proceso que se lleve a cabo en el aula; lo dicho por estos autores fundamente que si se trabaja solo con experimentos caseros o de laboratorio se debe trabajar o usar TIC para poder complementar nuestros conocimientos, esto refleja un trabajo más elaborado y con mayor veracidad, ya que no solo se tienen resultados de una perspectiva sino de algo más confiable.

2.8.1 *Experimento casero*

En el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales se considera una estrategia de enseñanza la manera experimental, la cual le permite al estudiante apropiarse de conceptos estudiados y sometiéndolos a un proceso de descubrimiento orientado por un docente; la labor de este facilitador de contenidos es de guiar a sus educandos a que aprendan que la experimentación implica una comprobación que describe fenómenos físicos que acontecen en la realidad, y así llegar a una reflexión y cuestionamiento del conocimiento de las actividades experimentales. El experimento casero es uno de los métodos que ayudan en la parte experimental de acontecimientos de la vida cotidiana, algunas veces se realiza con materiales que están al alcance de los estudiantes y en otras pueden presentarse mediante la manipulación de objetos de laboratorio; estos experimentos contribuyen a trabajar con objetos reales y en donde el estudiante pueda adquirir técnicas de medida de las diferentes magnitudes que desea encontrar (Sánchez et al., 2016). Algunos aspectos que se tienen en cuenta para trabajar con experimentos caseros son los siguientes:

- Elaborar con anticipación los materiales que se van a utilizar, con el fin de asegurar que los estudiantes no tengan dificultades al momento de la construcción.
- Cerciorarse que los materiales que se van a utilizar sean fáciles de conseguir.
- Verificar que los experimentos muestren un fenómeno deseado realizando pruebas con anticipación.

Sánchez et al. (2016) manifiestan que luego de haber realizado la construcción del experimento casero se debe verificar su correcto funcionamiento, ya que este tipo de materiales didácticos presentan un margen de error mayor debido a los componentes utilizados. Por su parte, García y Sánchez (2009) afirman que las actividades experimentales por experimentos caseros presentan varios retos y se debe vencer el temor que no salga como se ha planteado, se debe tener confianza en el conocimiento propio y en la planificación de los procesos. Esta forma de enseñar ciencias naturales mediante la elaboración de experimentos caseros despierta la curiosidad de los estudiantes, por lo que el docente de ciencias no debe desperdiciar esta manera de enseñanza y proponga actividades que involucren a todos en trabajar con experimentos caseros.

Aunque resulte sencillo trabajar con experimentos caseros, también presenta dificultades debido a la manera en que se trabaja con estos, algunas dificultades con las siguientes:

- En algunos casos no se cuentan con los materiales necesarios para la construcción de los dispositivos o la falta de un laboratorio (Sánchez et al., 2016).
- Se tiende a caer en errores de construcción de los dispositivos o no se ejecuta con éxito el proceso determinado (García y Sánchez, 2009).
- Algunos materiales pueden resultar peligrosos para los estudiantes (García y Sánchez, 2009).

- Las medidas de las magnitudes no se lograrán calcular con mayor certeza (Pinto y Moreno, 2021).

Si bien es cierto, las actividades de experimentación por experimentos caseros tienen dificultades, vale resaltar que desempeñan un papel fundamental en los procesos de conceptualización y el desarrollo de destrezas propias de la indagación científica en los estudiantes; además, es importante señalar que existen en los textos escolares colecciones de experimentos caseros, proyectos de ciencias, cuadernos de experimentos y manuales de laboratorio que proponen experimentos caseros para enseñar temas de física (Pabón et al., 2021; García y Sánchez, 2009).

2.8.2 *Aplicativos educativos (applets)*

Entre las TIC que se emplean en la enseñanza de los temas de física destacan los aplicativos educativos, las cuales son pequeñas aplicaciones en lenguaje Java que no son comerciales, diseñadas para ser introducidas en páginas web, con las que se puede simular el comportamiento de un fenómeno físico y que puede resultar de interés para los estudiantes; este tipo de estrategias es un recurso didáctico apropiado, brindando un entorno agradable, novedoso y llamativo, ya que al ser animados recrean el fenómeno que se quiere estudiar y se puede tener mayor interactividad según las posibilidades que tengan los alumnos de obtener datos. Los aplicativos educativos pueden servir para el aprendizaje cualitativo en donde permite obtener datos de la simulación (Giacosa et al., 2012; Capuano, 2011; García, 2014).

El uso de los aplicativos educativos es una opción innovadora, ya que favorece en la enseñanza de las ciencias ofreciendo simulaciones que contribuyen en la solución de los experimentos en diversas situaciones; el uso de los aplicativos educativos y la producción de textos breves ayudan a los estudiantes a analizar los contenidos científicos (Carvajal et al., 2019; Maturano et al., 2016; Santos y Stipcich, 2009). La incorporación de estas herramientas tecnológicas a la enseñanza resulta fácil y adquieren importancia en las actividades didácticas que se plantean con ellas; por una parte, se hace explícito un modelo pedagógico inherente a su uso y por otra la innovación de la enseñanza de las ciencias (García y Gil, 2006). De este modo, se busca que los estudiantes asuman un papel más activo en el proceso de construcción de conocimientos y a su vez relacionen los contenidos teóricos de los temas de física con situaciones de la vida cotidiana (Torres, 2013).

2.8.3 *Tracker*

EL uso de las TIC, como se ha fundamentado también en los aplicativos educativos, es un elemento que puede potenciar las estrategias planteadas y despertar el interés de los estudiantes; ahora se habla de un software que sirve para realizar experimentos físicos y permite la toma de datos de posición y tiempo de objetos que están en movimiento. Tracker es una herramienta tecnológica de software que permite rastrear la posición de un objeto a través de un vídeo proporcionado por un teléfono celular u otro dispositivo; mediante esta herramienta se puede observar, analizar e

interpretar de manera virtual de distintas situaciones físicas donde facilita una verificación de datos en tablas automáticas (Otero et al., 2018; Vargas et al., 2012; Campos y Torres, 2016).

Para realizar una actividad mediante el uso del software Tracker es necesario tener algunas condiciones: tener un teléfono celular que capture una toma del vídeo, tener una laptop o computadora que permita subir los vídeos y pueda abrir el software, y tratar de analizar bien los datos que proporciona en las tablas del programa; ya que, sin esto, el trabajo resultaría defectuoso o no se tendrían datos precisos (Méndez y Rodríguez, 2014).

Capítulo 3. Metodología de la investigación

En el capítulo 3, se presenta la metodología de la investigación, seguido por el diseño que se ha planteado, la población y muestra de la cual se han obtenido los informes para ser analizados, después se muestran las variables y dimensiones de la investigación. Por último, se detallan las técnicas e instrumentos donde se especifican las rúbricas diseñadas para la evaluación de las capacidades evaluadas de las competencias del área de Ciencia y Tecnología.

3.1 Metodología de la investigación

La metodología de investigación a utilizar es de carácter descriptivo e interpretativo con un análisis de datos mixto (cualitativo y cuantitativo). Utilizando el análisis del contenido, el cual consiste, según Crujeiras y Cambeiro (2017) en "la descripción sistemática del significado del material a través de su clasificación en categorías dentro de un marco de codificación" (p. 174). El análisis de contenido permite a su vez cuantificar los resultados, ya que según Hernández-Sampiari et al. (2018): "Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera "objetiva" y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico" (p. 251).

3.2 Diseño de la investigación

En la Tabla 3, se detallan las cuatro fases en las cuales se ha planificado realizar la presente investigación. Cada fase contiene la explicación específica de las actividades que se han desarrollado.

3.3 Población y muestra

A continuación, se presenta la población, la muestra y el tipo de muestreo que presenta esta investigación.

3.3.1 *Población*

La población estuvo conformada por 18 estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura de la especialidad de Matemática y Física que cursaban la asignatura de Física III y su Didáctica en el semestre 2020-II.

3.3.2 *Muestra*

Para esta investigación se trabaja con futuros docentes de la Facultad de Ciencias de la Educación específicamente de la especialidad de Matemática y Física que cursaron la asignatura de Física III y su Didáctica en el semestre 2020-II. La muestra se conformó de 17 futuros docentes (9 hombres y 8 mujeres) los cuales están en una edad de entre 18 y 20 años. Cabe resaltar que estos futuros docentes poseen una diversidad cultural debido a que pertenecen a diferentes regiones del Perú: 41.1 % pertenecen a la región de Piura, 35.3 % pertenecen a la región de Cajamarca, 11.8 % pertenecen a la región de San Martín, 5.9 % pertenecen a la región de La Libertad y 5.9 % pertenecen a la región de Lima. Además, se tiene que un futuro docente proviene de un colegio secundario privado y el resto (16 futuros docentes) de colegios secundarios públicos.

Tabla 3

Descripción de las fases de la investigación

Fases	Actividades
Fase 1	• Buscar información sobre el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, Segunda ley de Newton y Energía mecánica. • Informarse sobre la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI). • Asesorarse con expertos que han aplicado esta metodología, en este caso se contó con 2 expertos (docentes): María del Carmen Barreto e Iñigo Rodríguez Arteche. • Redactar situaciones problemáticas abiertas que involucren los temas de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, Segunda ley de Newton y Energía mecánica, aplicando la metodología de resolución de problemas como investigación. • Seleccionar una serie de herramientas y recursos (simuladores, programas y materiales de experimentación) que puedan ser utilizados para resolver la situación problemática. • Elegir la situación problemática abierta que más se adecúe al contexto de los futuros docentes en cuanto a posibilidades de materiales y recursos para su resolución.
Fase 2	• Diseñar y elegir una situación problemática abierta que pueda resolverse con simuladores, programas tecnológicos o experimentos caseros para plantearla en una práctica. • Otorgar esta situación problemática abierta a los profesores expertos para su revisión respectiva. • Redactar la situación problemática abierta a partir de las sugerencias brindadas por los expertos. • Consultar con profesores de instituciones educativas del nivel secundario que enseñen Ciencia y Tecnología sobre la determinación de cada variable y la importancia de la investigación.
Fase 3	• Proponer la situación problemática abierta a los futuros docentes a través de un trabajo para que la resuelvan utilizando la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI).
Fase 4	• Evaluar las capacidades de las competencias: “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, utilizando en cada caso las rúbricas diseñadas a partir de la revisión de la literatura. • Determinar el nivel logrado en cada una de las capacidades de las competencias: “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, por los futuros docentes teniendo como referencia las fases de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), el análisis de contenido y la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). El proceso por seguir se comenta en las líneas siguientes: ◦ Los informes de los futuros docentes serán presentados a la docente del curso a través de la plataforma Moodle. Dichos informes contienen la resolución de la situación problemática: ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, esta resolución se realiza siguiendo las fases de la MRPI. ◦ El análisis de contenido de las respuestas de los futuros docentes en cada una de las fases permitirá tener una serie de categorías de las respuestas, las cuales luego serán cuantificadas de acuerdo con la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020), con el objetivo de identificar el nivel de logro de cada capacidad.

Nota. Elaboración propia.

3.3.3 *Tipo de muestreo*

El muestreo empleado es el no probabilístico por conveniencia, ya que se dispone de esta muestra con futuros docentes estudiantes de la Universidad de Piura de la facultad de Ciencias de la Educación.

3.4 Descripción de la propuesta de la situación problemática

Para este trabajo de investigación se mantuvo una reunión vía zoom con docentes en ejercicio, los cuales al trabajar en un ambiente educativo podían dar una apreciación y aprobación sobre la metodología que se deseaba poner en estudio, luego de realizar una exposición sobre lo que se pretendía seguir los expertos dieron sus sugerencias y validaron la propuesta resaltando que es una metodología de carácter indagativo y que en el contexto educativo peruano se buscan metodologías como la presentada para la enseñanza de los temas del área de Ciencia y Tecnología.

A continuación, se describen las actividades que se diseñaron para plantear la situación problemática a los futuros docentes, en donde la docente del curso de Física III y su Didáctica del semestre académico 2020-II de la Universidad de Piura presentó a sus estudiantes mediante un trabajo de congreso virtual internacional de futuros docentes de ciencias.

Este trabajo consistía en desarrollar la situación problemática mediante un proceso presentado con la MRPI, donde cada uno tenía que seguir su desarrollo siguiendo las 5 fases que componen dicha metodología. Las indicaciones que se presentaron para este trabajo son las siguientes:

- Cada futuro docente debe presentar su trabajo de manera individual, no se aceptan copias de otros trabajos.
- Se pueden consultar asesorías personales con previa coordinación.
- La evidencia de la elaboración de su trabajo será mediante fotos o vídeos.
- Se debe seguir el procedimiento de la MRPI con sus 5 fases.
- La presentación del trabajo puede darse en diferentes formatos: PowerPoint, Word, Pdf o Prezzi.

La recomendación general que se dio fue que deberían elegir un medio para llegar a resolver la actividad experimental como: el programa Tracker, experimentos con material casero, simuladores virtuales o algún otro medio que crean conveniente. La situación problemática abierta que se planteó a los futuros docentes fue presentada mediante una ficha (véase Anexo A) en donde se detallan todas las explicaciones y recomendaciones necesarias; también se detallan los pasos de cada fase que se debe tener en cuenta de la MRPI. La expresión de la situación problemática “¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?” ha sido de manera general por lo que el futuro docente tenía la opción de escoger el tema con el que debía trabajar, si había alguna consulta el futuro docente tenía la posibilidad de preguntar a la docente del curso mediante una asesoría personalizada.

3.4.1. *Resolución de la situación problemática.*

En este apartado de la investigación se detalla a modo de ejemplo la solución de la situación problemática planteada y lo que se quiere lograr que realicen los futuros docentes en su resolución. Cabe recalcar que al ser una situación problemática abierta se ha podido resolver esta conforme a los temas de: MRUA, Segunda ley de Newton y Energía mecánica, además los medios para desarrollarla han podido realizarla conforme a varios de estos, algunos recomendados son: el programa Tracker, experimento casero y simuladores.

Otro detalle que se debe tener en cuenta es que los futuros docentes pueden variar en su experimento la masa o el tamaño de los móviles que van a desplazar por el plano inclinado o también pueden modificar la altura que sostiene dicho plano dando así un incremento del ángulo.

Siguiendo las 5 fases de la MRPI, el ejemplo de la resolución sería el que se muestra a continuación.

3.4.1.1 Resolución del análisis cualitativo. En esta fase lo que se pretende es que el futuro docente pueda analizar de manera general la situación problemática que se le plantea, reformular el problema (lo que equivale al planteamiento o formulación de la pregunta investigable) y elegir un tema con el que dé respuesta a lo que se le pide, también se espera que brinde un marco teórico y detalle conceptos clave del tema que el mismo futuro docente ha previsto. Así pues, por conceptos del tema de MRUA se tendrían: velocidad, aceleración, tiempo, movimiento, distancia y trayectoria; por el tema de Segunda ley de Newton se tendrían los conceptos: fuerza, fuerza de fricción, coeficiente de fricción, fuerza normal, peso, masa, gravedad, sistema de referencia, equilibrio de fuerzas y diagrama de cuerpo libre; y por el tema de Energía mecánica se tendrían los conceptos: Energía, Energía mecánica, Energía cinética, Energía potencial gravitatoria y principio de conservación de la energía.

3.4.1.2 Resolución de la emisión de hipótesis. En esta fase se pretende que el futuro docente emita una o más hipótesis para la resolución de la situación problemática que se ha planteado, esto va directamente relacionado con lo que ha realizado en la primera fase donde ha tenido que elegir el tema previsto y de lo que pretende modificar para obtener la rapidez de la o las canicas. En esta Tabla 4, que se presenta a continuación, se muestran algunas hipótesis que pueden plantearse según el futuro docente crea conveniente, además plantear otras hipótesis que sean posibles sin perjudicar su resolución. Los ejemplos que se muestran están de acuerdo con la variación de la masa de la canica, la variación del tamaño de esta o cuando se realiza una modificación de ángulo o altura del plano por donde se va a deslizar la canica.

Tabla 4

Hipótesis que se pueden plantear con relación a los diferentes factores

	Hipótesis que se pueden plantear
Cuando se varía la masa de la canica	• La canica que tiene mayor masa llegará más rápido al final del plano inclinado. • La canica que tiene menor masa llegará más rápido al final del plano inclinado. • Todas las canicas llegarán al mismo tiempo.
Cuando se varía el tamaño de la canica	• La canica más grande llegará más rápido al final del plano inclinado. • La canica más pequeña llegará más rápido al final del plano inclinado. • Todas las canicas llegarán al mismo tiempo.
Cuando se varía la altura o ángulo del plano inclinado	• A menor altura del plano inclinado la canica recorrerá más rápido el plano inclinado. • A mayor altura del plano inclinado la canica recorrerá más rápido el plano inclinado. • No importa la altura del plano inclinado la canica siempre llegará en el mismo tiempo.

Nota. Elaboración propia.

3.4.1.3 Resolución del diseño de estrategias. En esta fase, lo que se espera del futuro docente es que diseñe y planifique una estrategia o un conjunto de estrategias para poder resolver la situación problemática que se le ha planteado, además se propone comprobar las hipótesis emitidas anteriormente, que como ya se explicó van directamente relacionadas con el tema que ha elegido.

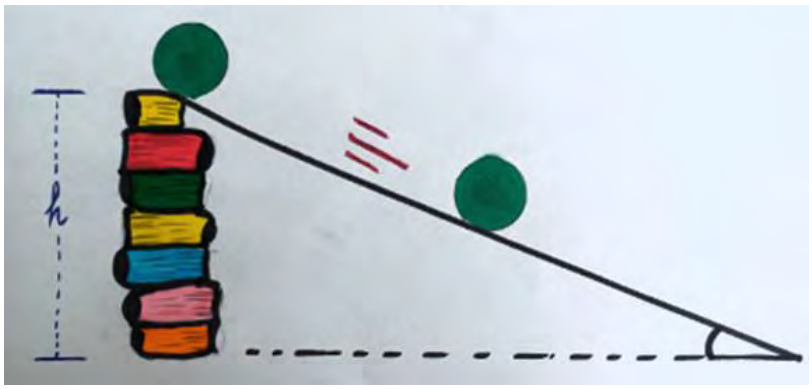
También, se espera en esta fase la determinación de las variables que van a ayudar al futuro docente en la experimentación y comprobación de resultados, estas variables que se esperan son:

- Variables dependientes: aceleración o velocidad final.
- Variables independientes: la altura y ángulo del plano inclinado, la masa de las canicas o las formas de las canicas.
- Variables de control: la medida de la rampa por donde se realizará el recorrido, el punto desde donde se va a lanzar la canica, la velocidad de inicio (0 m/s), etc.

Como se puede apreciar, las variables están en relación con los tres temas propuestos en donde el futuro docente puede variar a su criterio lo que desea realizar, pero teniendo en cuenta que las hipótesis que ha planteado deben tener relación y fundamento en lo que quiere elaborar. Por otra parte, el futuro docente puede mostrar mediante: un dibujo, una imagen de algún material o foto lo que ha planteado en su diseño.

Figura 7

Planteamiento presentado mediante un dibujo



Nota. Elaboración propia.

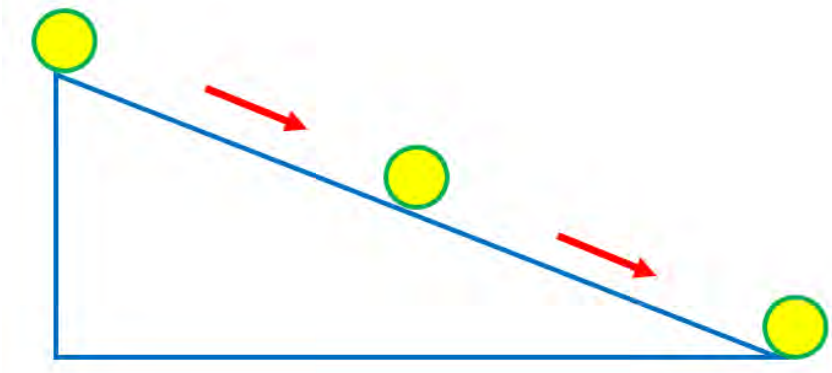
Figura 8

Planteamiento presentado mediante una foto

Nota. Elaboración propia.

Figura 9

Planteamiento presentado mediante la elaboración de algún programa



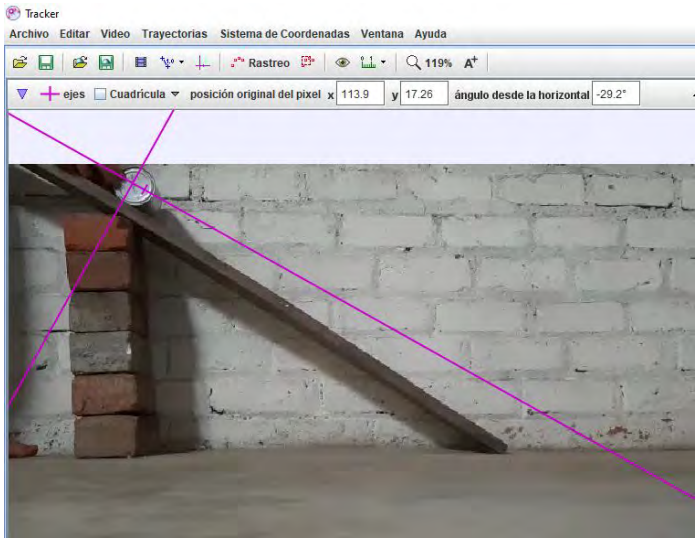
Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar las Figuras 7, 8 y 9, el futuro docente puede mostrar lo que va a realizar mediante un dibujo elaborado a mano, una foto de cómo va a construir su plano inclinado o también mostrar su planteamiento mediante una imagen que realice en algún programa.

3.4.1.4 Resolución del problema. En esta fase se espera que el futuro docente experimente lo que se ha planteado y pueda recopilar datos importantes, esto teniendo en cuenta las variables que ha determinado anteriormente; también, se espera que pueda utilizar todos los recursos y medios previstos que han sido recomendados, como por ejemplo: Tracker, simuladores y experimentos caseros; si alguno quisiera experimentar con más de uno o hacer la experimentación por los tres recursos no habría ningún inconveniente, así como tampoco habría inconveniente si algún futuro docente propone otra manera de experimentación.

Figura 10

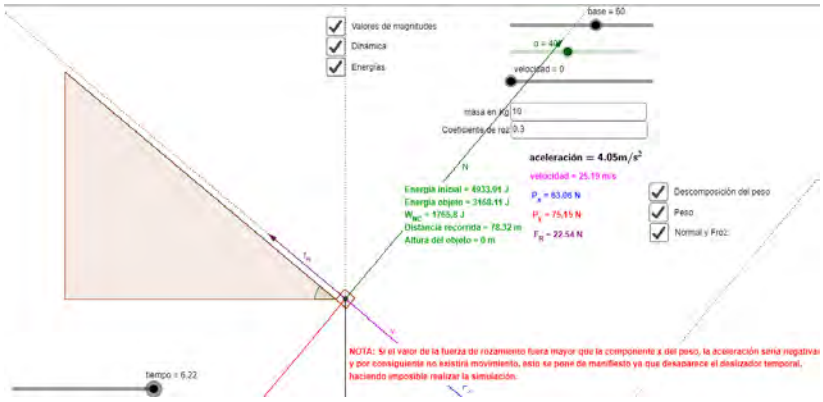
Resolución mediante el programa Tracker



Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Resolución mediante un aplicativo educativo



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Resolución mediante un experimento casero

Nota. Elaboración propia.

En las Figuras 10, 11 y 12 se pueden observar los medios que han sido recomendados por la docente del curso: Tracker, aplicativo educativo y experimento casero, y de los cuales los futuros docentes pueden emplear para su resolución, al ser una situación problemática abierta la experimentación no se limita a solo usar un procedimiento o un recurso, sino que se busca el aprendizaje mediante la exploración de recursos.

3.4.1.5 Resolución del análisis de resultados. En esta fase, lo que se espera del futuro docente es su comprobación de sus hipótesis planteadas y así pueda dar una respuesta a la situación problemática propuesta. En la siguiente Tabla 5 se muestran las respuestas de las posibles hipótesis planteadas, pero teniendo en cuenta las variaciones generales que se pueden presentar:

Tabla 5

Acontecimientos que se esperan que los futuros docentes puedan comprobar

	Respuestas esperadas
Cuando se varía la masa de la canica	• Todas las canicas llegarán al mismo tiempo sin depender de la masa que tenga cada una.
Cuando se varía el tamaño de la canica	• Todas las canicas llegarán al mismo tiempo sin depender del tamaño que tenga cada una.
Cuando se varía la altura que sostiene el plano inclinado (ángulo de elevación)	• A mayor altura del plano inclinado la canica recorrerá más rápido y a menor altura del plano inclinado la canica recorrerá menos rápido la superficie del plano inclinado.

Nota. Elaboración propia.

Las dos primeras respuestas esperadas están en relación con lo que comprobó en su momento Galileo Galilei cuando quiso explicar la existencia de la gravedad y que todos los cuerpos caen al mismo tiempo si son lanzados desde el mismo punto; llevó esta idea a la experimentación con planos inclinados debido a que no se contaban con instrumentos de precisión para medir la aceleración con que caían los cuerpos, entonces los planos inclinados sirvieron como un método alternativo para lo que Galileo quería demostrar (Pérez, 2015).

La tercera respuesta esperada es debido a que la aceleración del plano inclinado está entre 0 $\boldsymbol{m/s^2}$ a 9,8 $\boldsymbol{m/s^2}$, cuanta más altura tenga el plano inclinado mayor será su aceleración debido a que esta será cada vez igual a la gravedad con la que los cuerpos están sometidos por la tierra.

3.4.2 *Preguntas para orientar la indagación*

Las preguntas que se muestran a continuación están relacionadas con cada fase de la MRPI y fundamentadas para poder resolver con mayor facilidad la situación problemática (véase Tabla 6).

Tabla 6

Preguntas guía de las fases de la MRPI para desarrollar situaciones problemáticas

Fases de la MRPI	Preguntas guía
Análisis cualitativo	• Para determinar el tema: ¿qué me están pidiendo? • Para realizar el marco teórico: ¿qué necesito saber? • Para restricción de condiciones: ¿qué voy a considerar y qué no?
Emisión de Hipótesis	• Para determinar las hipótesis: ¿qué va a suceder?
Diseño de la resolución	• Para especificar las variables: ¿qué cosas cambian y cuáles no cambian? ¿qué voy a medir y qué materiales necesito? ¿cómo puedo mostrar lo que voy a realizar? • Para asociarlo a algún trabajo elaborado anteriormente: ¿he hecho algo antes parecido? • Para tomar una decisión que permita experimentar: ¿qué pasos debo seguir en mi experimentación?
Resolución del problema	• Para observar la experimentación: ¿qué está sucediendo? ¿de qué me doy cuenta? ¿qué estoy observando? • Para recopilar datos: ¿qué medidas he tomado? ¿qué datos he obtenido?
Análisis de resultados	• Para cuestionarse sobre lo que se ha obtenido con su indagación: ¿siempre ocurre lo mismo? • Para verificar su hipótesis: ¿los resultados respaldan mi hipótesis? • Para mostrar conclusiones: ¿a qué conclusiones he llegado?

Nota. Adaptado de Pavón y Martínez-Aznar (2014, p. 486).

Las preguntas presentadas en la Tabla 6, son un alcance esencial para que el futuro docente pueda seguir una estructura más detallada de lo que concierne al desarrollo de situaciones problemáticas siguiendo la MRPI.

3.5 Instrumentos de recogida de datos

Durante los años 2020 y 2021, debido al estado de emergencia por causa de la pandemia de la COVID-19, a nivel internacional se adoptó suspender las clases de manera presencial y continuar con la enseñanza a través de la virtualidad. En el contexto educativo peruano también se adoptó esta manera de enseñanza en la cual todos los niveles de escolaridad, incluida la universitaria, tuvieron que acatar dicho mandato; la Universidad de Piura en todas sus facultades propuso esta modalidad mediante la enseñanza a través de las herramientas tecnológicas como el servicio de videoconferencia ZOOM y en donde los trabajos fueron presentados a través de la plataforma Moodle.

Para efectos de esta investigación, se presentó en el curso de Física III y su Didáctica 2020-II la situación problemática que tenía que ser desarrollada por los futuros docentes, en la cual también se muestran indicaciones, recomendaciones de herramientas y recursos de desarrollo y la ficha que contiene el proceso que se sigue en la MRPI.

A continuación, se muestra la ficha que detalla la MRPI con sus respectivos apartados que ayudan en la evaluación de capacidades de las competencias "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" del área de Ciencia y Tecnología que se dicta en el nivel secundario de la educación peruana.

En esta ficha se muestran las cinco fases de la MRPI contenidas en tres apartados de resolución de situaciones problemáticas, las dos primeras fases: análisis del problema (análisis cualitativo) y emisión de hipótesis, se encuentran en el apartado del reconocimiento de la situación problemática (problema); las fases: estrategia para resolver el problema paso a paso (diseño de la estrategia) y desarrollo de los experimentos (resolución del problema) están en el segundo apartado en donde se busca la solución, y por último, la fase de análisis de los resultados se encuentra en el tercer apartado que involucra el análisis del problema. También, se detallan en cada fase una serie de preguntas que, como se especificó en la Tabla 6, se involucran con estas teniendo así mayor claridad de lo que se debe desarrollar para cada una.

Figura 13

Plantilla de la MRPI que se usa para desarrollar situaciones problemáticas

VOY A TRABAJAR COMO LOS CIENTÍFICOS.
PASOS QUE SEGUIR

EL PROBLEMA

1. Análisis del problema

1.1 ¿Qué me están pidiendo? – *Reformulación en términos operativos*
1.2 ¿Qué necesito saber? – *Marco teórico de referencia*
1.3 ¿Qué voy a considerar y qué no? – *Restricción de condiciones*

2. Emisión de hipótesis

2.1 ¿Qué va a suceder? – *Hipótesis que relacionan los factores implicados*

BÚSQUEDA DE LA SOLUCIÓN

3. Estrategia para resolver el problema paso a paso

3.1 ¿Qué cosas cambian y cuáles no cambian? – Variables
3.2 ¿Qué voy a medir y qué materiales necesito?
3.3 Voy a dibujar lo que quiero hacer
3.4 ¿He hecho antes algo parecido? – Analogías
3.5 Ahora decido qué voy a hacer paso a paso – Toma de decisiones

4. Desarrollo de los experimentos

4.1 Explico los pasos que he seguido
4.2 ¿De qué me he dado cuenta?, ¿qué he observado?
4.3 ¿Qué medidas he tomado?, ¿qué datos he obtenido?

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

5. Análisis de los resultados

5.1 ¿Siempre ocurre lo mismo? – Regularidades
5.2 ¿A qué conclusiones he llegado?
5.3 ¿Los resultados respaldan mi hipótesis?

Nota. Tomado de Pavón y Martínez-Aznar (2014, p. 486).

3.6 Instrumentos de evaluación y técnicas de análisis de datos

En este apartado se presentan las rúbricas que fueron establecidas para la evaluación de las capacidades designadas de las competencias “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”. Cada una de las rúbricas se muestra con su respectiva justificación de su elaboración, citando a diversos autores consultados a través de la literatura. Luego, se realiza una explicación general sobre el criterio de logro que se quiere desarrollar en cada capacidad relacionando a lo que establece cada rúbrica.

3.6.1 *Rúbricas para evaluar las capacidades de la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”*

En este parte del presente trabajo de investigación, se presentan las rúbricas planteadas para evaluar las capacidades designadas de la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”, en algunas capacidades se determinó utilizar más de una rúbrica debido a que su evaluación estuvo estructurada por apartados y en otras solo se consideró una rúbrica de manera general.

3.6.1.1 Rúbricas para evaluar la capacidad “Problematiza situaciones”. En esta parte se presentan las rúbricas planteadas para cada apartado de esta capacidad con sus respectivos criterios designados.

3.6.1.1.1 Rúbrica para evaluar la reformulación de la pregunta investigable. Para evaluar el apartado de la reformulación de la pregunta investigable se detallaron criterios relacionados con el planteamiento de la situación problemática, errores conceptuales y redacción de esta. Estos criterios fueron designados luego de haber revisado la literatura de los trabajos de distintos autores en investigaciones en las cuales se pidió desarrollar situaciones problemáticas.

Autoras como Furman et al. (2013) afirman que es un requisito indispensable comprender de manera conceptual los fenómenos observados, debido a que, posibilita el planteamiento de preguntas investigables y realizar trabajos enfocados en la indagación. Martínez-Aznar et al. (2013) muestran una evaluación de este apartado con una escala de 4 niveles, en donde el 1 está en términos irrelevantes y el 4 en satisfactorio, así pues, se tiene que la reformulación del problema debe enunciarse en términos operativos para que sea el más acertado.

También se tuvo en cuenta los criterios que evalúan este apartado en la investigación de Rodríguez-Arteche et al. (2016), los cuales se muestran en la Figura 14.

Figura 14

Rúbrica de Rodríguez-Arteche et al., (2016) para evaluar la reformulación del problema

DC1.2	2	La reformulación es inadecuada: no se operativiza el problema.
	3	Reelaboran el enunciado adecuadamente (cambios de temperatura interna).
	4	Además de lo anterior, expresan la necesidad de considerar un tiempo dado para estudiar la variación térmica.

Nota. Tomado de Rodríguez-Arteche et al. (2016, p. 351).

Esta rúbrica de Rodríguez-Arteche et al. (2016) plantea una evaluación de la reformulación del problema mostrando la dimensión, el nivel de logro y la descripción de cada criterio, el puntaje se presenta de manera ascendente conforme más satisfacción se tenga por la reformulación. Es una rúbrica que permite entender lo correcto e incorrecto y situarlo en una escala.

Teniendo en cuenta a los autores antes mencionados y a la rúbrica presentada se plantearon los siguientes criterios para evaluar la reformulación del problema en este trabajo de investigación:

Tabla 7

Rúbrica planteada para la evaluación de la reformulación del problema

Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	La reformulación tiene relación con la situación problemática planteada, no posee errores conceptuales y/o su redacción es correcta.
Parcialmente correcto	0.5	La reformulación tiene parcial relación con la situación problemática planteada, no posee errores conceptuales y/o su redacción es correcta.
Incorrecto	0	La reformulación no tiene relación con la situación problemática planteada, posee errores conceptuales y/o su redacción no es correcta.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

3.6.1.1.2 Rúbrica para evaluar las hipótesis. Para evaluar las hipótesis se tomaron en cuenta, por un lado, la definición y por otro las características de las hipótesis en el contexto de la experimentación en ciencias. En primer lugar, se hizo una revisión de la literatura para luego establecer los criterios de evaluación. Según Temiz (2020) “Formular una hipótesis es la habilidad de desarrollar una pregunta problema que puede ser probada por un experimento sobre el efecto de una variable manipulada en una variable dependiente” (p. 2). En la misma línea, Pujol (2003) manifiesta que:

> En el trabajo científico, la formulación de una pregunta conlleva siempre la necesidad de darle una respuesta provisional que la responda, es decir encontrar una hipótesis que posteriormente deberá comprobarse para ser verificada o refutada; un proceso que siempre se sitúa en un marco conceptual establecido (p. 131).

También para la evaluación de este apartado se tomó en cuenta las rúbricas propuestas por diversos autores para evaluar las hipótesis y los aspectos que consideraron, así se tienen las siguientes: Ferrés-Gurt et al. (2015) y Rodríguez-Arteche et al., (2019, p. 19). Las cuales se describirán a continuación.

Figura 15

Rúbrica de Ferrés-Gurt et al., (2005) para evaluar la formulación de la hipótesis

1 Hipótesis no formulada 2 Suposición en lugar de hipótesis 3 Problema en lugar de hipótesis 4 La hipótesis no contiene errores objetivos o de lógica 6 Formulación retorcida o ambigua 7 La hipótesis encaja con el problema y es formulada así: si… entonces…	**PTAI: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

Nota. Tomada de la rúbrica de Ferrés-Gurt et al., (2015, p. 28).

Esta rúbrica de Ferrés-Gurt et al., (2015) menciona una escala de siete ítems donde se tiene una designación de cada postura que se podría formular al momento de emitir hipótesis, seis de estos ítems hacen referencia a que la formulación de la hipótesis está mal planteada y solo una hace referencia a que se hizo correctamente (véase Figura 15).

Figura 16

Rúbrica de Rodríguez-Arteche et al., (2019) para evaluar la formulación de hipótesis

	DC2 Emisión de hipótesis
1	Emiten hipótesis no relacionadas con los objetivos del problema.
2	Emiten hipótesis acordes a la situación problemática, aunque resultan incompletas en relación con los objetivos del problema, o bien reflejan alguna incoherencia con el marco teórico.
3	Escriben enunciados coherentes con el problema, pero contienen alguna ambigüedad o no están expresados en términos de hipótesis falsables (sí/no).
4	Emiten hipótesis coherentes con el problema y correctamente formuladas.

Nota. Tomada de la rúbrica de Rodríguez-Arteche et al., (2019, p. 19).

Esta rúbrica de evaluación citada de Rodríguez-Arteche et al., (2019) presenta una escala de 4 ítems donde las tres primeras sitúan la emisión de las hipótesis de manera incorrecta: en lo que respecta a los objetivos del problema, incoherencia en la redacción o son ambiguas para el problema, y la última se presenta como correcta por no poseer lo que se designa en las tres anteriores (véase Figura 16). Sittirug (1997, como se cita en Aydoğdu, 2015) indica que la hipótesis que se plantea tiene que reflejar el diseño experimental que se desea realizar, mientras que Turgut et al. (1997, como se citan en Aydoğdu, 2015) expresan que una hipótesis es aquel indicador que da una posible solución a una pregunta investigable.

Partiendo del contenido de estas rúbricas y de las afirmaciones de los autores antes mencionados se establecieron los siguientes criterios de evaluación (véase Tabla 8).

Tabla 8

Rúbrica planteada para la evaluación de la formulación de la hipótesis

Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	2	Si la hipótesis guarda relación con la pregunta investigable y con el diseño experimental.
Parcialmente correcto	1	Si la hipótesis guarda relación con la pregunta investigable o con el diseño experimental.
Incorrecto	0	Si la hipótesis no guarda relación con la pregunta investigable ni con el diseño experimental.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

3.6.1.1.3 Rúbrica para evaluar las variables. Para la evaluación de las variables experimentales se realizó una revisión de la literatura en donde se consideró lo dicho por diversos autores. Turgut et al. (1997, como se citan en Aydoğdu, 2015) afirman que cuando las variables establecidas son claramente definidas se obtienen mejores resultados del trabajo científico. Ates (2005) encuentra en sus investigaciones que en el análisis de las variables se tiende a confundir las variables, por ello se considera como correcta en la cual no hay error en la formulación de las variables. De otra parte, se tiene en cuenta que el proceso de elaboración de hipótesis se asocia con el proceso de identificación y control de variables (Bailer et al., 1995, como se citan en Temiz, 2020) y las habilidades de resolver una pregunta de investigación se relacionan con la habilidad de plantear correctamente las variables (Raming et al., 1995, como se citan en Aydoğdu, 2015).

También en la revisión de la literatura se encontró y consideró algunas rúbricas diseñadas para evaluar variables (Ferrés-Gurt et al., 2015 y Rodríguez-Arteche et al., 2019) quienes consideran este aspecto. Como ejemplo, se puede citar la propuesta de Rodríguez-Arteche et al. (2019) quienes asignan la máxima puntuación al siguiente criterio “Explicitan correctamente las variables dependientes (VD) e independiente (VI). Además, verbalizan algunas variables de control (VC).” (p. 19). A continuación, se muestran los criterios que se siguieron para la evaluación de este apartado (véase Tabla 9).

Tabla 9

Rúbrica planteada para la evaluación de la identificación de variables

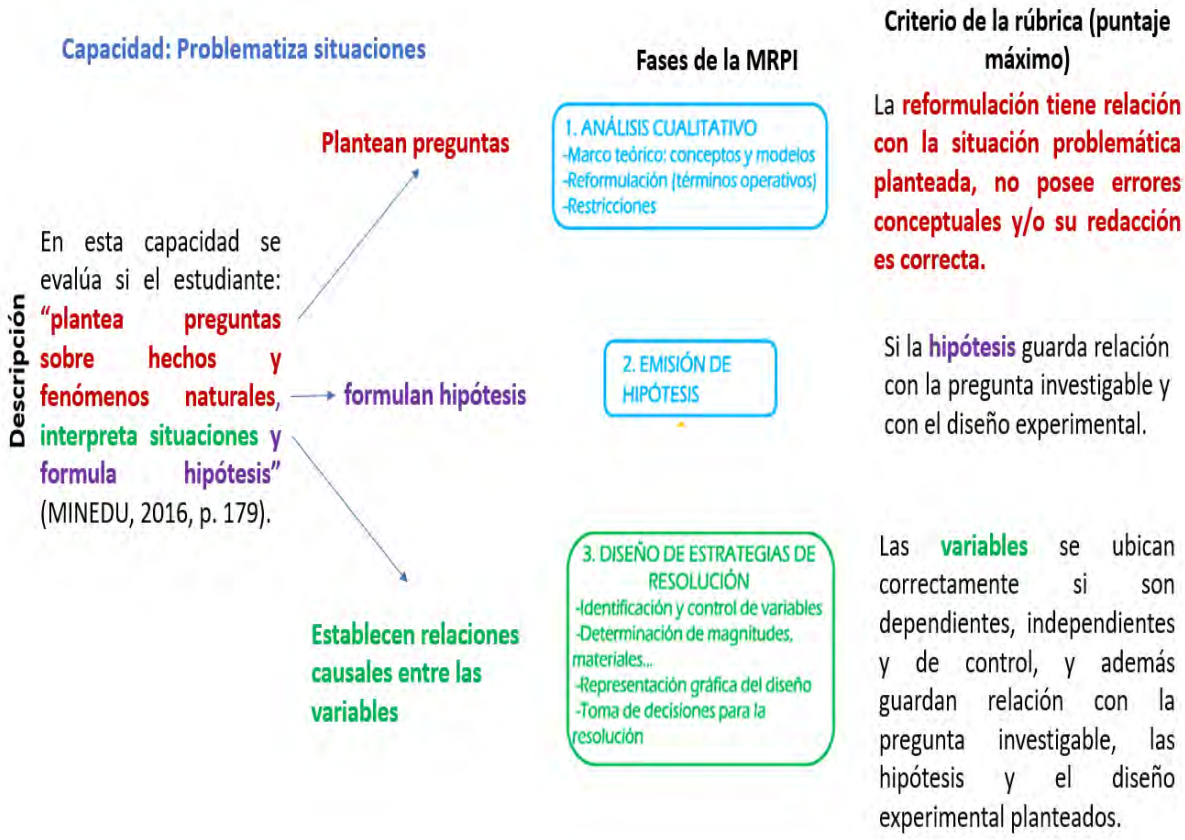
Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	Las variables se ubican correctamente si son dependientes, independientes y de control, y además guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental planteados.
Parcialmente correcto	0.5	Las variables se ubican parcialmente correctas si son dependientes, independientes y de control, y/o además guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental planteados.
Incorrecto	0	Las variables se ubican de manera incorrecta si no son dependientes, independientes y de control, no guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental o no se hizo una presentación de estas.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

En la Figura 17, se muestra la relación que existe entre el criterio designado por el MINEDU (2016) y los criterios de las rúbricas establecidas para evaluar la capacidad "Problematiza situaciones". Se presenta la descripción de esta capacidad la cual involucra el planteamiento de preguntas, formulación de hipótesis y el establecimiento de las variables experimentales; como se ha explicado en apartados anteriores las fases de la MRPI en donde se tienen presentes estos apartados para desarrollar situaciones problemáticas son: Análisis cualitativo, Emisión de hipótesis y Diseño de estrategias de resolución. Los criterios de las rúbricas planteadas para evaluar estos apartados son los que se establecen para un puntaje máximo si te toman todos en cuenta.

Figura 17

Relación de los criterios de las rúbricas diseñadas con la evaluación de la capacidad "Problematiza situaciones"



Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 179).

3.6.1.2 Rúbrica para evaluar la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación". Para establecer esta rúbrica se revisó la literatura en donde se tomó en cuenta afirmaciones fundamentales de diversos autores donde se involucra esta capacidad con la relación del diseño experimental, la pregunta investigable, las hipótesis y variables; además, se especifica la presentación y entendimiento del diseño experimental.

Férres-Gurt (2017) y Furman et al. (2013) afirman que para evaluar si se hay dificultades en la competencia de formular estrategias de diseños experimentales se debe tener en cuenta la relación que existe entre esta competencia con procesos de construcción del conocimiento científico como: identificar las variables, establecer como controlarlas, registrar datos, entre otras cuestiones. Por otro lado, autores como Edelsztein y Galagovsky (2021) y Furman (2016) resaltan que mientras exista una relación entre la pregunta investigable y las hipótesis se tiene una excelente capacidad para poder hacer ciencia. A continuación, se muestra la rúbrica planteada después de revisar los aportes de los autores antes mencionados (véase Tabla 10).

Tabla 10

Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación"

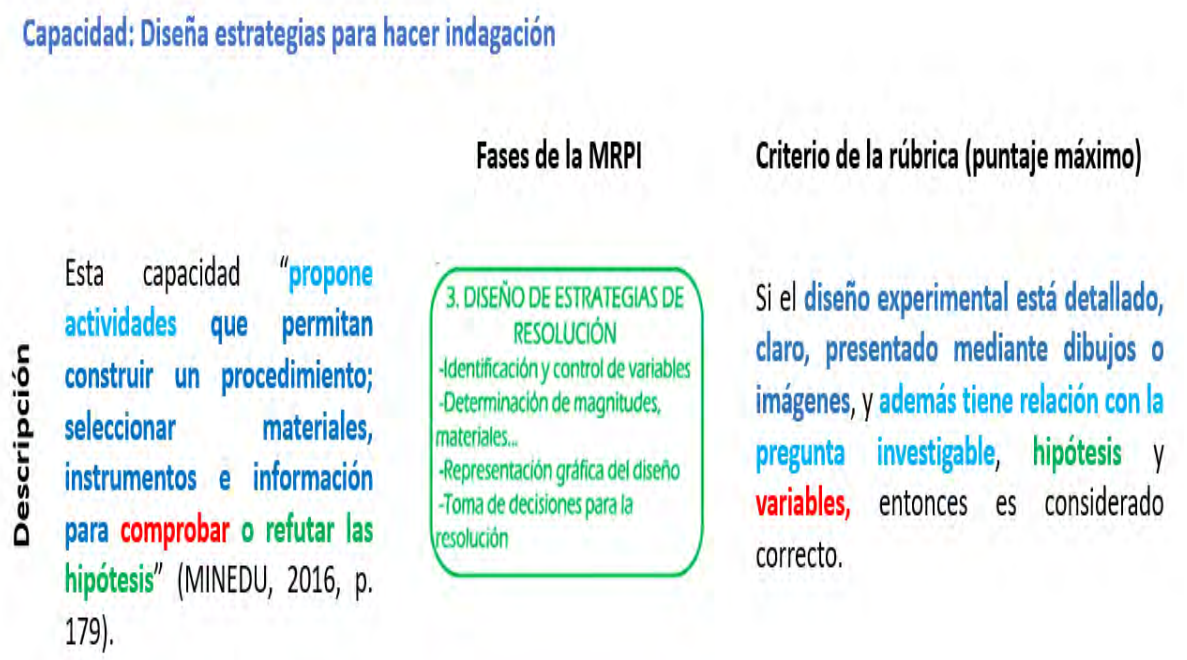
Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	Si el diseño experimental está detallado, claro, presentado mediante dibujos o imágenes, y además tiene relación con la pregunta investigable, hipótesis y variables, entonces es considerado correcto.
Parcialmente correcto	0.5	Si el diseño experimental está detallado, claro, presentado mediante dibujos o imágenes, y tiene relación con uno o dos criterios como: la pregunta investigable, las hipótesis o las variables, entonces es considerado parcialmente correcto.
Incorrecto	0	Si el diseño experimental no está detallado, no es claro ni presentado mediante dibujos, o no guardaba relación con la pregunta investigable, las hipótesis y las variables, entonces es considerado incorrecto.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

En la Figura 18, se muestra la relación que existe entre el criterio designado por el MINEDU (2016) y el criterio de la rúbrica diseñada para evaluar la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación". Se presenta la descripción de dicha capacidad la cual involucra: el diseño del procedimiento, las variables experimentales, la pregunta investigable y las hipótesis emitidas. Estos apartados que se toman en cuenta para esta capacidad están en la fase de la MRPI: Diseño de estrategias de resolución; el criterio de la rúbrica diseñada muestra un puntaje máximo si se tienen en cuenta estos apartados.

Figura 18

Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación"



Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 179).

3.6.1.3 Rúbrica para evaluar la capacidad "Genera y registra datos e información". Para plantear los criterios que se designaron para esta rúbrica se revisó la literatura en donde se consideró lo dicho por diversos autores. Sánchez y Zúñiga (2011) afirman que el registro y organización de datos es importante, ya que ayuda en la toma de decisiones y por tal motivo se debe velar por su contenido para generar información de calidad; por su parte, Del valle y Curotto (2008) especifican que para desarrollar situaciones problemáticas se debe mezclar un conjunto de estrategias que lleven a la buena aplicación de las fórmulas científicas para llegar a resultados correctos; Cruz-Lorite y Martín-Gámez (2021) expresan que durante una experimentación se debe tener en cuenta un proceso experimental que implique un razonamiento lógico que pueda notar los datos que van de acuerdo con la hipótesis y así encontrar errores cometidos durante este proceso, por lo que teniendo en cuenta estos errores se puede interpretar mejor los datos obtenidos.

Lo dicho por estos autores permitió tener en cuenta criterios relacionados con el registro y organización de datos, el correcto cálculo aplicando las fórmulas de los temas y las consideraciones de los errores para tomar medidas. A continuación, se muestra la rúbrica que se planteó para la evaluación de esta capacidad.

Tabla 11

Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información"

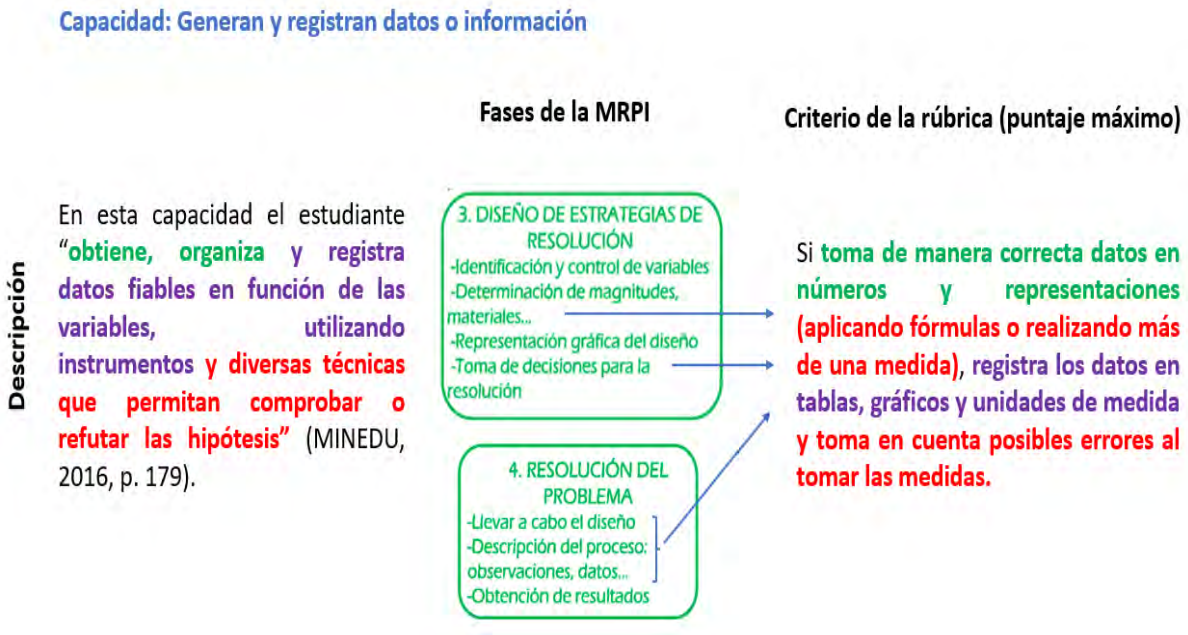
Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	Si toma de manera correcta datos en números y representaciones (aplicando fórmulas o realizando más de una medida), registra los datos en tablas, gráficos y unidades de medida y toma en cuenta posibles errores al tomar las medidas.
Parcialmente correcto	0.5	Si toma de manera parcialmente correcta datos en números y representaciones (aplicando fórmulas o realizando más de una medida), registra los datos en tablas, gráficos y/o unidades de medida y toma en cuenta posibles errores al tomar las medidas.
Incorrecto	0	Si toma de manera incorrecta datos en números y representaciones (aplicando fórmulas o realizando más de una medida), no registra los datos en tablas, gráficos o unidades de medida y tampoco toma en cuenta posibles errores al tomar las medidas.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

En la Figura 19, se muestra la relación que existe entre el criterio designado por el MINEDU (2016) y el criterio de la rúbrica diseñada para evaluar la capacidad "Genera y registra datos e información". Se presenta la descripción de dicha capacidad la cual involucra: el registro de datos, verificación de su autenticidad y la organización que se detalle. Estos apartados que se toman en cuenta para esta capacidad están involucrados en las fases de la MRPI: Diseño de estrategias de resolución y Resolución del Problema; el criterio de la rúbrica diseñada muestra un puntaje máximo si se tienen en cuenta estos apartados.

Figura 19

Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información"



Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 179).

3.6.1.4 Rúbrica para evaluar la capacidad "Analiza datos e información". Para designar los criterios de evaluación que se incluyen en esta rúbrica se hizo una revisión de la literatura para tener en cuenta los fundamentos de algunos autores que presentan este apartado en sus trabajos de investigación. Furman (2003, como se cita en Quiñónez et al., 2016) fundamenta este apartado expresando que esta actividad no se trata solo de conocer la mayor cantidad posible de datos, sino desarrollar un registro que permita comprender e interactuar de manera eficaz con la realidad y poder ser capaces de tomar decisiones que permitan una buena comprensión. Teniendo en cuenta lo manifestado por esta autora, se designaron criterios que relacionan el análisis de los datos con sus fundamentos y conclusiones que estuvieron sustentadas en los resultados obtenidos durante la experimentación. La rúbrica planteada es la siguiente (véase Tabla 12).

Tabla 12

Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información"

Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	Si el análisis de datos está bien fundamentado y las conclusiones son basadas en las pruebas experimentales.
Parcialmente correcto	0.5	Si el análisis de datos está poco fundamentado y las conclusiones son parcialmente basadas en las pruebas experimentales.
Incorrecto	0	Si el análisis de datos no está realizado, solo se anotan los resultados obtenidos y/o no se han generado conclusiones.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

A continuación, se presenta la Figura 20 donde se especifica la relación del criterio de la capacidad "Analiza datos e información" con las fases de la MRPI y el criterio planteado en la rúbrica diseñada para evaluar esta capacidad.

Figura 20

Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información"

Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 179).

En la Figura 20, se presenta la descripción de dicha capacidad la cual involucra la presentación de las conclusiones a las que se llega después de la experimentación. Este apartado que se toma en cuenta para esta capacidad está involucrado en la fase de la MRPI: Análisis de resultados; el criterio de la rúbrica diseñada muestra un puntaje máximo si este apartado se toma en cuenta.

3.6.1.5 Rúbrica para evaluar la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación". Para plantear la rúbrica que evaluará esta capacidad se hizo una revisión de la literatura determinando así los criterios de evaluación. Estos criterios están relacionados con la fundamentación de las conclusiones con datos teóricos y la presentación, estructuración y entendimiento de su trabajo presentado para la resolución de la situación problemática.

Autores como Padilla et al. (2014) mencionan que para realizar una buena fundamentación de las conclusiones el sustento teórico es fundamental, ya que cuya implicación refleja la acción del investigador por conocer los referentes en su investigación. Por su parte, el MINEDU (2016) manifiesta que en esta capacidad se debe tener en cuenta que los datos deben ser válidos y fiables para demostrar las hipótesis y que estos resultados deben ser comunicados mediante la presentación de los trabajos mediante escritos para generar indagaciones futuras con nuevas situaciones problemáticas. Teniendo en cuenta estos lineamientos se propuso la siguiente rúbrica de evaluación (véase Tabla 13).

Tabla 13

Rúbrica planteada para la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación"

Nivel	Puntaje	Descripción
Correcto	1	Si se tiene una sustentación de las conclusiones con datos teóricos y la presentación del trabajo de investigación tiene una estructura bien detallada.
Parcialmente correcto	0.5	Si se tiene una sustentación de las conclusiones con datos teóricos de manera parcial y la presentación del trabajo de investigación tiene una estructura detallada.
Incorrecto	0	Si no sustenta conclusiones con datos teóricos y la presentación del trabajo de investigación no cuenta con una estructura detallada.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

En la Figura 21, se muestra la relación que existe entre el criterio designado por el MINEDU (2016) y el criterio de la rúbrica diseñada para evaluar la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación". Se presenta la descripción de dicha capacidad la cual involucra la reflexión del proceso de investigación y las conclusiones a las que se llega, además se evalúa la presentación del contenido de investigación. Esto se realiza al final de toda la indagación la cual involucra la solución de la situación problemática; el criterio de la rúbrica diseñada muestra un puntaje máximo si se llegan a conclusiones que sustentan la solución y si la presentación del trabajo de investigación posee una estructura detallada.

Figura 21

Relación del criterio de la rúbrica diseñada con la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación"

Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 179).

3.6.2 *Rúbrica para evaluar la capacidad de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo"*

En esta parte del presente trabajo de investigación se muestran las rúbricas planteadas para evaluar una de las capacidades de la presente competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", esta capacidad es: "comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", cabe aclarar que solo se tomó en cuenta la evaluación de esta capacidad (de las dos capacidades que plantea el MINEDU) debido a que se relaciona con las fases de la MRPI.

3.6.2.1 Rúbricas para evaluar la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo". Para evaluar esta capacidad se determinó realizarla mediante el planteamiento de dos rúbricas las cuales evalúan cada una un apartado que se relaciona con esta capacidad, estos apartados son: consideración de los conceptos clave en el desarrollo de la situación problemática y la consideración de los conceptos clave en la fundamentación de las conclusiones.

3.6.2.1.1 Rúbrica para evaluar la consideración de los conceptos clave en el desarrollo de la situación problemática. Para evaluar este apartado de la presente capacidad se realizó una revisión de la literatura para obtener así criterios de evaluación que se involucren en la rúbrica planteada. Así pues, Tello (2022) expresa en su trabajo de investigación que "estos términos deben ser abordados en el marco conceptual debido a que serán aplicados en la solución de la situación" (p. 105). Lo dicho por este autor sustenta los criterios que se establecieron en la siguiente rúbrica planteada.

Tabla 14

Rúbrica planteada para la evaluación de la consideración de los conceptos clave en el desarrollo de la situación problemática

Nivel	Puntaje	Descripción
Correcta	1	Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y toma en cuenta todos estos durante su resolución.
Parcialmente correcta	0.5	Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y toma en cuenta algunos de estos durante su resolución.
Incorrecta	0	Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y no los toma en cuenta durante su resolución.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

3.6.2.1.2 Rúbrica para evaluar la consideración de los conceptos clave en la formulación de las conclusiones. Para determinar los criterios de evaluación de la presente rúbrica se realizó la revisión de la literatura, en donde autores como Crujeiras y Cambeiro (2017) afirman que en las conclusiones emitidas se incluyen "aquellas respuestas que contienen una descripción completa de todos los aspectos necesarios a contemplar en cada cuestión, tomando como base el modelo de referencia para resolver la tarea" (p. 178). Estos autores dan relevancia a tomar en cuenta los conceptos involucrados para la formulación de las conclusiones. Esto fundamenta el planteamiento de los criterios involucrados en la siguiente rúbrica (véase Tabla 15).

Tabla 15

Rúbrica para la evaluación de los conceptos clave en la fundamentación de las conclusiones

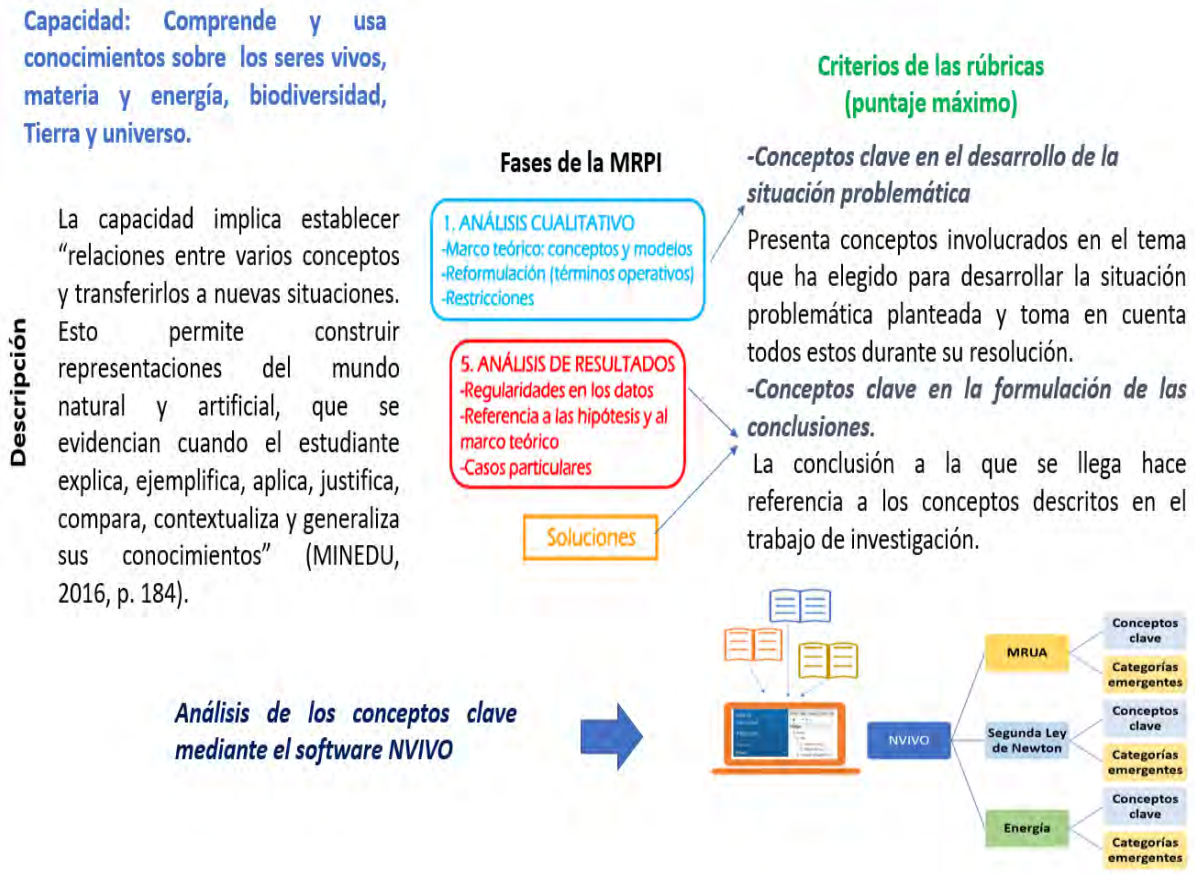
Nivel	Puntaje	Descripción
Correcta	1	La conclusión a la que se llega hace referencia a los conceptos descritos en el trabajo de investigación.
Parcialmente correcta	0.5	La conclusión a la que se llega hace referencia a algunos conceptos descritos en el trabajo de investigación.
Incorrecta	0	La conclusión a la que se llega no hace referencia a los conceptos descritos en el trabajo de investigación.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

A continuación, se muestra la Figura 22 para explicar la relación que existe entre la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" con las fases de la MRPI y los criterios de las rúbricas diseñadas para evaluar dicha capacidad.

Figura 22

Relación de los criterios de las rúbricas diseñadas con la evaluación de la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo"



Nota. Elaboración a partir de Rodríguez-Arteche (2018, p. 72) y MINEDU (2016, p. 184).

En la Figura 22, se presenta la descripción de la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" la cual involucra los conceptos claves tomados en cuenta en la presentación de un marco teórico y en el planteamiento de las conclusiones. Estos apartados se encuentran en las fases de la MRPI: Análisis de datos, Análisis de resultados y la solución de la situación problemática. Los criterios de las rúbricas que sirven para la evaluación de estos apartados muestran un puntaje máximo si se tienen en cuenta los conceptos clave tanto en el desarrollo de la situación y la explicación de las conclusiones. Para realizar un mejor análisis de estos apartados se utiliza el software NVIVO donde se introduce el contenido del informe que presenta cada futuro docente, esto con el objetivo de obtener datos cuantitativos sobre los conceptos clave de acuerdo con los apartados explicados anteriormente.

3.6.3 *Procedimiento de la evaluación de las capacidades*

Para realizar el análisis de las producciones escritas por los futuros docentes en los informes de la situación problemática: ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, se procede de la siguiente manera de acuerdo con las capacidades de las competencias:

3.6.3.1 Procedimiento de la evaluación de las capacidades de la competencia "indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos". En primer lugar, se examinan las respuestas de cada una de las fases de la MRPI aportadas por cada uno de los futuros docentes a través de la aplicación de rúbricas elaboradas a partir de la literatura consultada, dichas se han descrito anteriormente en las Tablas 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13.

En segundo lugar, se ordenan los resultados de acuerdo con las capacidades de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"; cabe aclarar que en esta competencia la capacidad "problematiza situaciones" se evalúan tres apartados con sus respectivas rúbricas cada uno, las otras capacidades se evalúan de manera general con una rúbrica cada una.

En tercer lugar, a los resultados obtenidos de cada una de las capacidades se les aplica la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) para determinar los niveles de logro de estas.

3.6.3.2 Procedimiento de la evaluación de las capacidades de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo". En primer lugar, se examinan las respuestas aportadas por cada uno de los futuros docentes en la fase 1 de la MRPI. Se hace un análisis de contenido utilizando el software NVIVO y los conceptos clave (mostrados en la Tabla 16). Estos conceptos fueron determinados a partir de la revisión de la literatura (Vargas, 2011; Perrotta et al., 2009; Cáceres y Martínez, 2015; Martín, 2018; Yrivarren, 2016), en donde se confeccionó una lista de los conceptos involucrados (los que se denominaron conceptos clave) en los temas antes mencionados.

Tabla 16

Conceptos clave para cada tema de Física que se relacionan con la situación problemática

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado	Segunda ley de Newton	Energía mecánica
• Velocidad • Aceleración • Tiempo • Movimiento • Distancia • Trayectoria	• Fuerza • Fuerza de Fricción • Coeficiente de fricción • Fuerza Normal • Peso • Masa • Gravedad • Sistema de referencia • Equilibrio de fuerzas • Diagrama de cuerpo libre	• Energía • Energía mecánica • Energía cinética • Energía potencial gravitatoria • Principio de conservación de la energía

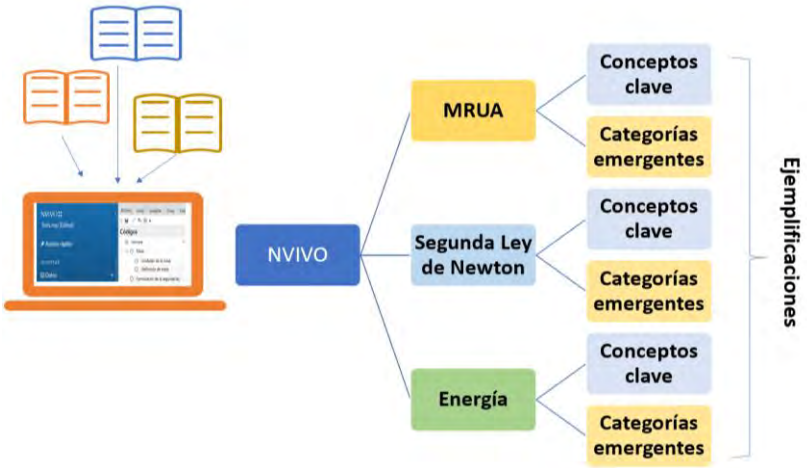
Nota. Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

Los futuros docentes, en el desarrollo de su marco teórico, podían desarrollar algunos conceptos de estos o si querían consideraban todos o la mayoría (véase Tabla 16); por lo tanto, el objetivo de este análisis es identificar para cada futuro docente los conceptos clave que han propuesto en su marco teórico.

En segundo lugar, se analizan los resultados obtenidos a través del software NVIVO usando los conceptos clave como códigos y se interpretan, también se tomarán en cuenta las categorías emergentes, procedentes del análisis de contenido. Se agrupan los resultados obtenidos por los temas considerados como guía de la solución de la situación problemática (MRUA, Segunda ley de Newton y Energía mecánica). Esto permitirá determinar para cada tema guía los conceptos clave planteados por los futuros docentes y se podrán cuantificar y describir ejemplificaciones con fragmentos extraídos de los informes presentados (véase Figura 23).

Figura 23

Análisis de los conceptos clave mediante el software NVIVO



Nota. Elaboración propia.

En tercer lugar, se toma en cuenta la relación de los conceptos clave planteados en el marco teórico, su utilización en la resolución de la situación problemática y formulación de conclusiones. Las rúbricas planteadas para la evaluación de este apartado se han detallado anteriormente en las Tablas 15 y 16.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Capítulo 4. Resultados de la investigación

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos del análisis cualitativo y cuantitativo de los datos emitidos por los futuros docentes en sus informes presentados para resolver la situación problemática planteada. Se parte de un análisis descriptivo de cada una de las fases que comprende la MRPI a partir de las codificaciones planteadas para realizar el análisis de contenido de los informes. El análisis descriptivo tiene por objetivo presentar al lector los datos recopilados de forma ordenada e interpretada, por ello se describen en primer lugar los datos recopilados (Yıldırım y Şimşek, 2013, como se citó en İpek y Demir, 2020). Para garantizar la coherencia, el análisis se realizó por dos investigadores, los cuales discutieron los resultados llegando a un consenso y de esta manera se alcanzó un índice de acuerdo de 1. En el análisis de la fase 1, se implementó además el uso del software NVIVO. Luego, a través del análisis de contenido se evalúan las capacidades de las competencias "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", en cada fase de la MRPI desarrollada en el informe. Para su evaluación se aplicó la correspondiente rúbrica elaborada a partir de la literatura consultada. Por último, mediante la aplicación de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020), se determina el nivel de logro obtenido en cada una de las capacidades de las competencias anteriormente mencionadas.

4.1 Análisis de datos

En esta parte de la investigación, se muestra el análisis de los resultados obtenidos en relación con la solución de la situación problemática: ¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?, considerando cada una de las cinco fases que componen la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI). El instrumento de recogida de datos lo constituyó el informe presentado por cada futuro docente y para el análisis de los datos se ha utilizado la técnica del análisis de contenido.

4.1.1 *Resultados de la fase 1 "Análisis cualitativo"*

En lo que respecta a la primera fase de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), se toma en cuenta el análisis cualitativo del problema, en esta primera fase es necesario desarrollar el marco teórico que se debe tener en cuenta para resolver la situación problemática. En esta fase se espera que el futuro docente plantee y explique a su criterio algunos conceptos que considere son los más relevantes para poder desarrollar la resolución experimental de la situación problemática asignada.

La resolución de la situación problemática "¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?", abarca temas de física. Dependiendo del camino que se escoja para resolverla, se pueden seleccionar uno de los dos grandes aspectos de la física como son: cinemática y dinámica, o ambos, y dentro de estos: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, Segunda ley de Newton y Energía mecánica.

Los futuros docentes, partiendo de su análisis de la situación problemática planteada, seleccionarán la ruta a seguir y los conceptos que consideren adecuados a la misma.

Con el objetivo de realizar una investigación exploratoria de las palabras más usadas por los futuros docentes cuando desarrollan la fase 1, se procesaron los contenidos de esta con el software NVIVO y se generó una nube de palabras, la cual se muestra en la Figura 24, esto teniendo en cuenta los conceptos clave presentados en la Tabla 16.

Figura 24

Nube de palabras proporcionado por el software NVIVO

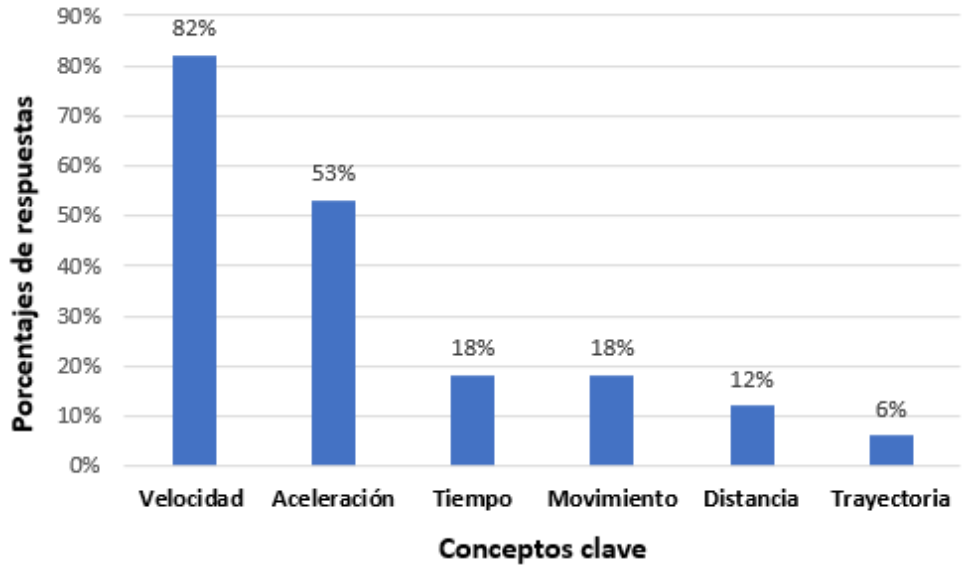
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

En la Figura 24, las palabras están escritas en distinto tamaño, las que más utilizaron los futuros docentes son aquellas de mayo tamaño, por ejemplo: Energía, fuerza, cuerpo, movimiento, etc., y las menos utilizadas son aquellas de menor tamaño.

4.1.1.1 Análisis de conceptos clave relacionados con el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA). Para el tema de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, se determinaron seis conceptos fundamentales, los cuales son: velocidad, aceleración, tiempo, movimiento, distancia y trayectoria (véase Tabla 16). A continuación, se mostrarán los porcentajes encontrados de estos conceptos clave en los informes de los futuros docentes (véase Figura 25).

Figura 25

Porcentajes de conceptos clave referidos a MRUA incluidos en los informes de los futuros docentes



Nota: Elaboración propia.

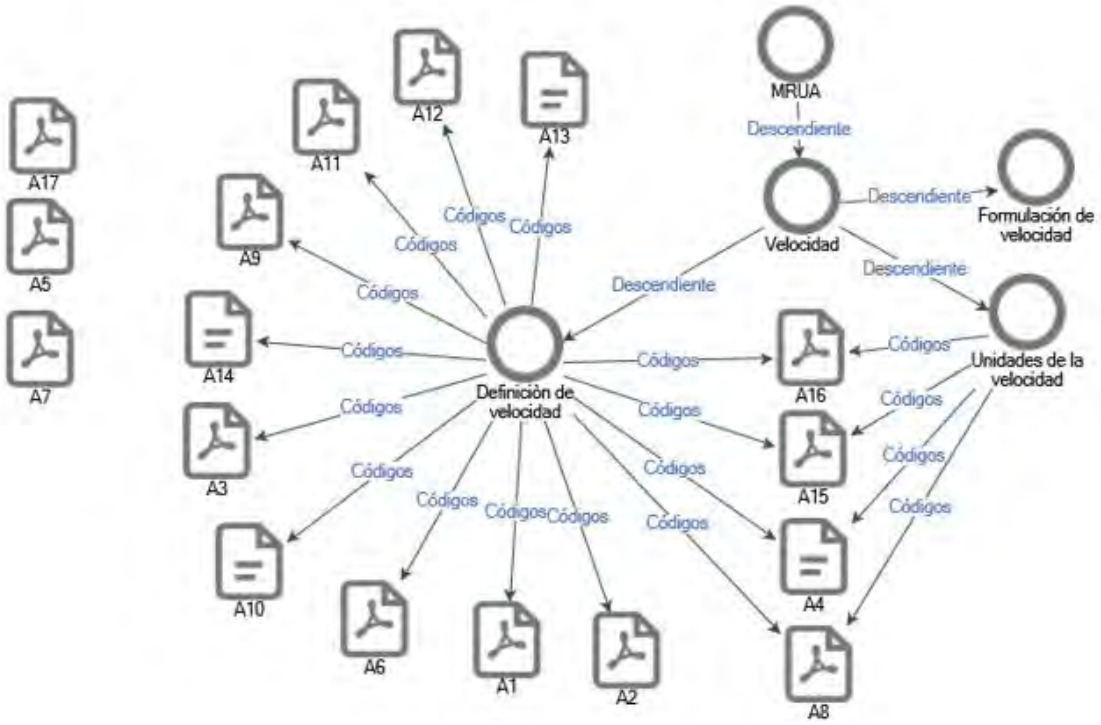
Del análisis de la Figura 25, en forma general se puede determinar que conceptos como: velocidad y aceleración son los que más porcentaje obtienen. Así, con respecto al concepto de velocidad, 14 futuros docentes que representan el 82 % del total lo tomaron en cuenta y el concepto de aceleración, el 53 % (9 futuros docentes) lo tuvo en consideración.

Un análisis más detallado de los principales conceptos clave del tema de MRUA se muestran en las Figuras 26 y 27 que se presentan a continuación. La Figura 19 muestra el análisis detallado del concepto clave de “velocidad” cuando se ha utilizado el software NVIVO, lo mismo se ha tenido presente para la Figura 27 donde se hace mención del concepto clave de “aceleración”.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “aceleración” (véase Figura 26).

Figura 26

Análisis del concepto clave "velocidad" con el software NVIVO



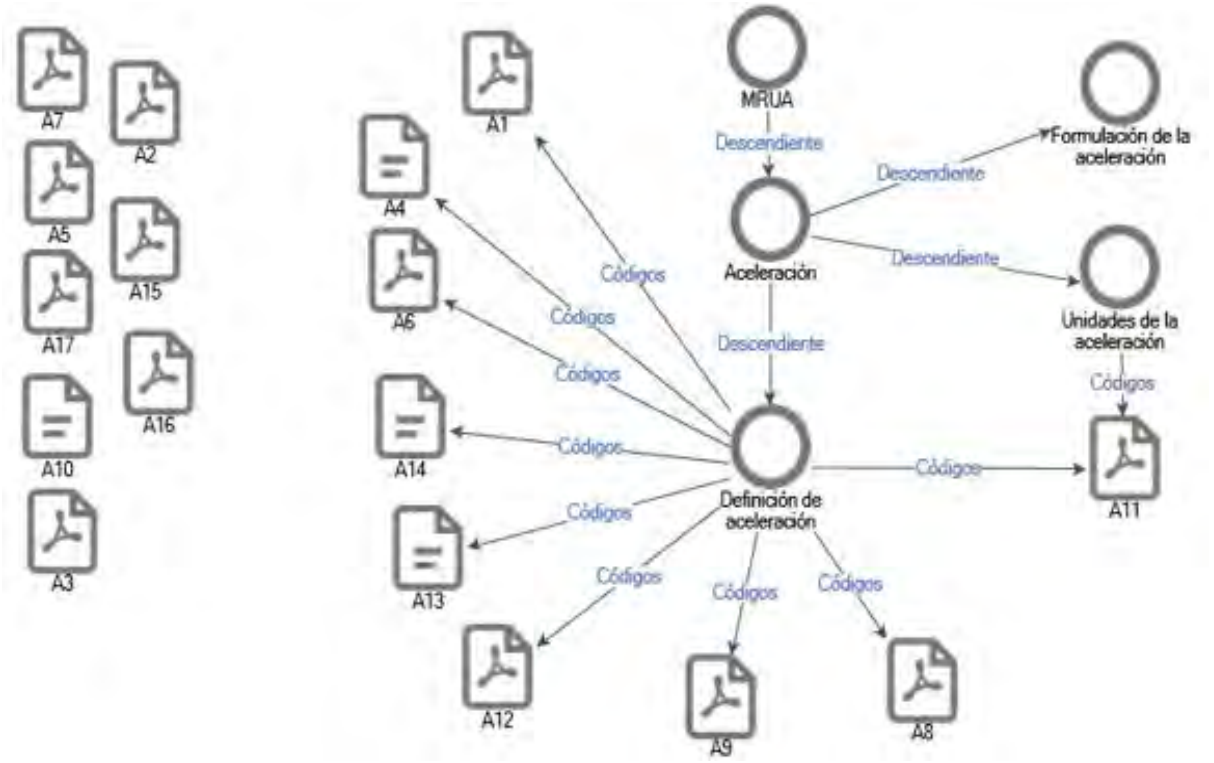
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 26, muestra los resultados de los códigos asociados a la palabra clave velocidad, los cuales son tres: definición de la velocidad, unidades de la velocidad y formulación de la velocidad. Se encontró que un total de 14 futuros docentes (82 % de la muestra) hace referencia a la definición de este concepto clave; de estos, 10 (59 % de la muestra) solo mostró la definición de la velocidad, 4 (24 % de la muestra), además de presentar la definición de velocidad mostraron las unidades de la velocidad. La formulación de la velocidad no fue considerada por los futuros docentes en sus informes presentados.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de "aceleración" (véase Figura 27).

Figura 27

Análisis del concepto clave "aceleración" con el software NVIVO



Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 27, muestra los resultados de los códigos asociados al concepto clave aceleración, los cuales son tres: definición de aceleración, unidades de aceleración y formulación de la aceleración. Se encontró que un total de 9 futuros docentes (53 % de la muestra) hace referencia a la definición de este concepto clave. De estos, 1 futuro docente (6 % de la muestra), además de tomar en cuenta la definición, toma en cuenta las unidades de la aceleración. La formulación de la aceleración no se detalla en ninguno de los informes presentados.

Los siguientes conceptos: tiempo, movimiento, distancia y trayectoria, fueron mencionados con porcentajes menores al 50 %, tal como se muestra en la Figura 25. Así se ha encontrado que para el concepto de tiempo es del 18 % (3 futuros docentes) y de igual manera el concepto de movimiento el 18 % (3 futuros docentes), el concepto de distancia el 12 % (2 futuros docentes) y de trayectoria el 6 % (1 futuro docente). Los conceptos de distancia y tiempo, que son conceptos de magnitudes físicas que están involucrados de manera directa en las fórmulas de MRUA, se tuvieron en cuenta, pero en un bajo porcentaje por los futuros docentes. Estos resultados permiten tener indicios de que los conceptos de magnitudes físicas presentes en las fórmulas para realizar cálculos al menos se toman en cuenta en el marco teórico, lo que da posibilidad de argumentar que esta primera fase de la MRPI (Análisis cualitativo) es muy pertinente para involucrar los conceptos de magnitudes físicas que estén inmersas en las fórmulas como parte fundamental de la indagación de los futuros docentes.

Lo señalado anteriormente es relevante, ya que como menciona Diosa (2012) “La cinemática es frecuentemente enseñada a través de ecuaciones lo cual promueve la tendencia en los estudiantes a evitar analizar cualitativamente las situaciones” (p. 17).

El concepto de trayectoria es el que menos fue considerado en los informes presentados por los futuros docentes, con un el 6 % (un futuro docente), esto debido a que, como mencionan Guisasola et al. (2015), suele confundirse con el de distancia y se consideran lo mismo.

Para ilustrar la manera en la cual los futuros docentes presentaron estos conceptos sobre Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) en sus informes, se seleccionaron ejemplos sobre estas definiciones de los conceptos del tema, algunos fueron citados de libros de los que disponen y otros descritos mediante el conocimiento que estos futuros docentes tienen sobre los conceptos (véase Tabla 17).

Tabla 17

Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre MRUA mostrados en los informes de los futuros docentes

Conceptos clave	Futuros docentes	Ejemplificaciones
Velocidad	A1	Puede definirse como la cantidad de espacio recorrido por unidad de tiempo con la que un cuerpo se desplaza en una determinada dirección y sentido.
	A14	Es una magnitud vectorial que se refiere al desplazamiento recorrido en un determinado tiempo, se debe tener en cuenta la dirección.
Aceleración	A6	Es una magnitud vectorial, un cuerpo tiene aceleración cuando varía su velocidad en el transcurso del tiempo.
	A9	Es una magnitud derivada vectorial que nos indica la variación de velocidad por unidad de tiempo.
Tiempo	A6	Es una magnitud física con que se mide la duración o separación de acontecimientos.
	A16	En física se llama tiempo a una magnitud que sirve para medir la duración o la separación de uno o más acontecimientos. Esto permite ordenarlos en una secuencia (pasado, presente, futuro) y determinar si ocurren o no en simultáneo.
Movimiento	A11	Es un cambio de la posición de un cuerpo a lo largo del tiempo respecto de un sistema de referencia.
Distancia	A9	Magnitud escalar, es la longitud de la trayectoria.
	A16	El espacio recorrido por un móvil entre dos posiciones es la longitud del tramo de trayectoria que existe entre las dos posiciones, o lo que es lo mismo, la diferencia del espacio recorrido en la última posición (S2) menos el espacio recorrido de la primera (S1).
Trayectoria	A10	Es la línea que recorre un cuerpo.

Nota. Elaboración propia.

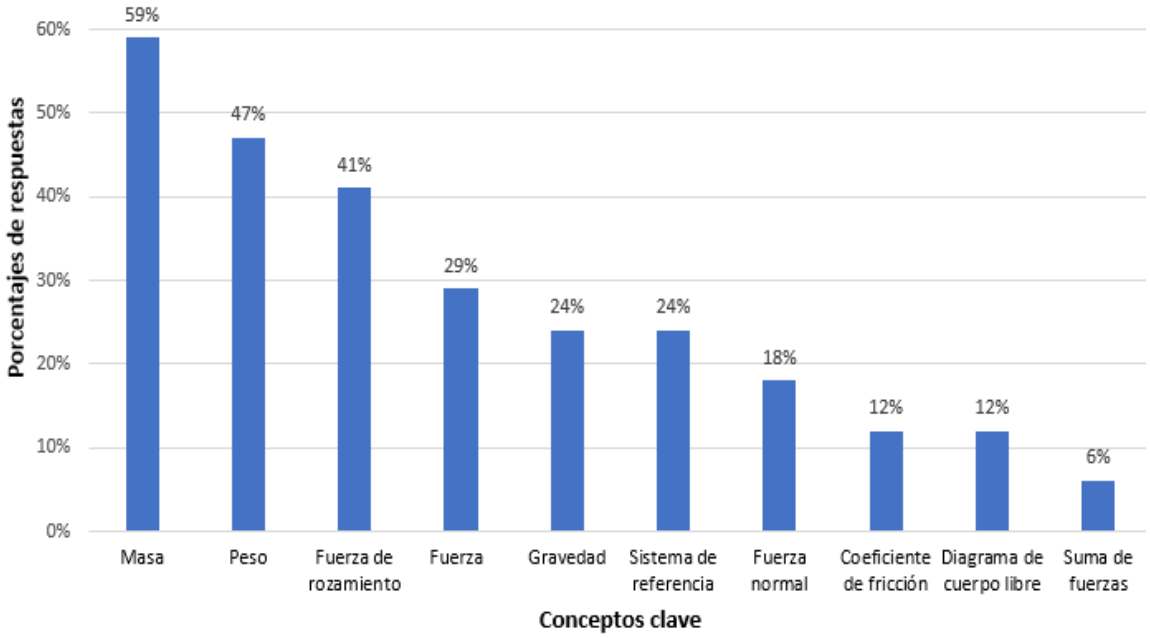
4.1.1.2 Análisis de conceptos clave relacionados con el tema de Segunda ley de Newton. Los conceptos que se determinaron fundamentales para el tema de la Segunda ley de Newton fueron: fuerza, fuerza de fricción, coeficiente de fricción, fuerza normal, peso, masa, gravedad, sistema de referencia, suma de fuerzas y diagrama de cuerpo libre (véase Tabla 16). Al respecto, el análisis de los resultados muestra que de manera general solo uno de estos conceptos (la masa) alcanzó una cifra mayor al 50 %, que hace referencia a 10 futuros docentes de toda la muestra, los cuales lo consideraron en su marco teórico.

Cabe aclarar, que algunos de los conceptos de este tema están también relacionados con el tema anterior, el Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, y que se consideró su fundamentación en el grupo de conceptos analizados previamente. Esto no quita la importancia en que se tomen en cuenta para el análisis en ambos temas, ya que algunos futuros docentes desarrollan más de un tema para plantear la solución de la situación problemática. Tal es el caso de los conceptos de aceleración y tiempo, los cuales están incluidos en las fórmulas para realizar cálculos en el tema de la Segunda ley de Newton.

A continuación, se muestran los distintos porcentajes alcanzados por los conceptos clave que se involucran con la Segunda ley de Newton y que fueron considerados por los futuros docentes en sus informes presentados (véase Figura 28).

Figura 28

Porcentajes de conceptos clave referidos a la Segunda ley de Newton incluidos en los informes de los futuros docentes



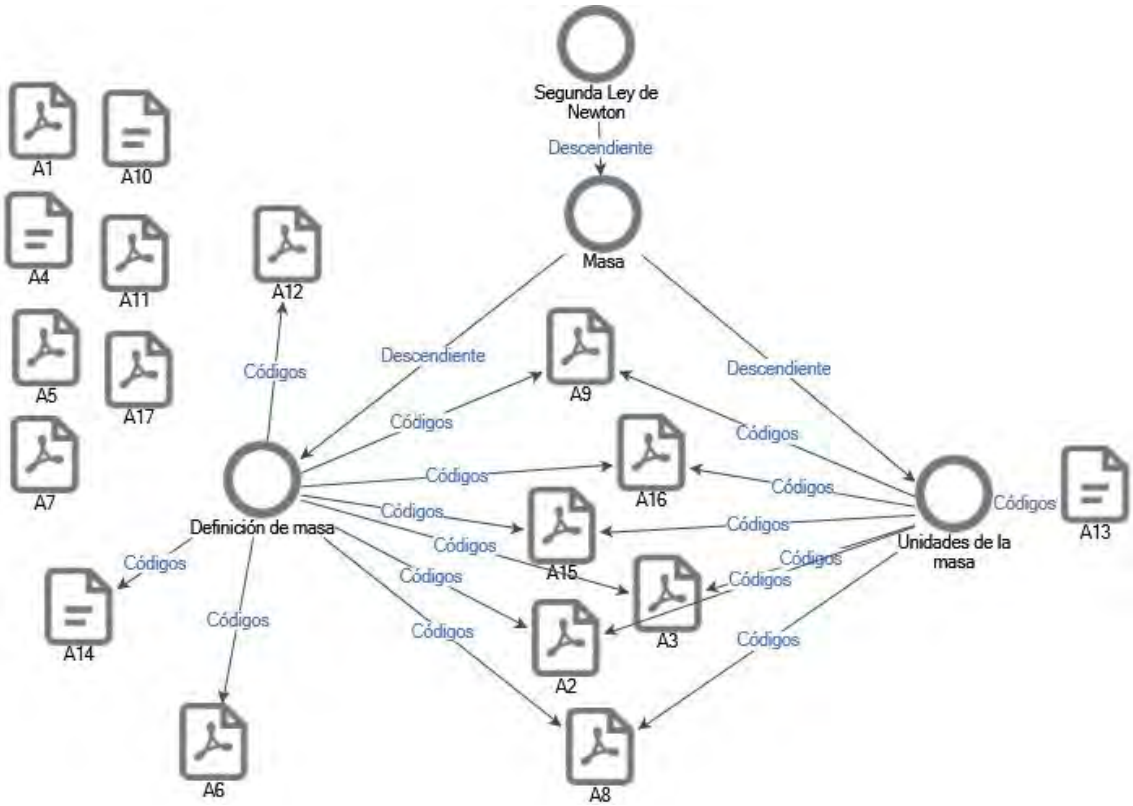
Nota. Elaboración propia.

Del análisis detallado de la Figura 28, se puede apreciar que solo uno de los conceptos ha sobrepasado el 50 %, este es el concepto de masa con un 59 %, los otros nueve conceptos clave están con porcentajes menores al 50 %, pero son significativos, ya que fueron considerados para el desarrollo de la situación problemática. Así se tiene la siguiente distribución porcentual para cada uno de los conceptos clave: peso 47 % (8 futuros docentes), fuerza de fricción 41 % (7 futuros docentes), fuerza 35 % (6 futuros docentes), gravedad 24 % (4 futuros docentes), sistema de referencia 24 % (4 futuros docentes), fuerza normal 18 % (3 futuros docentes), coeficiente de fricción 12 % (2 futuros docentes), diagrama de cuerpo libre 12 % (2 futuros docentes) y suma de fuerzas 6 % (1 futuro docente). Para realizar un análisis más detallado de los principales conceptos clave de este tema, se muestran en las Figuras 29, 30 y 31 el análisis de estos.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “masa” (véase Figura 29).

Figura 29

Análisis del concepto clave “masa” con el software NVIVO



Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

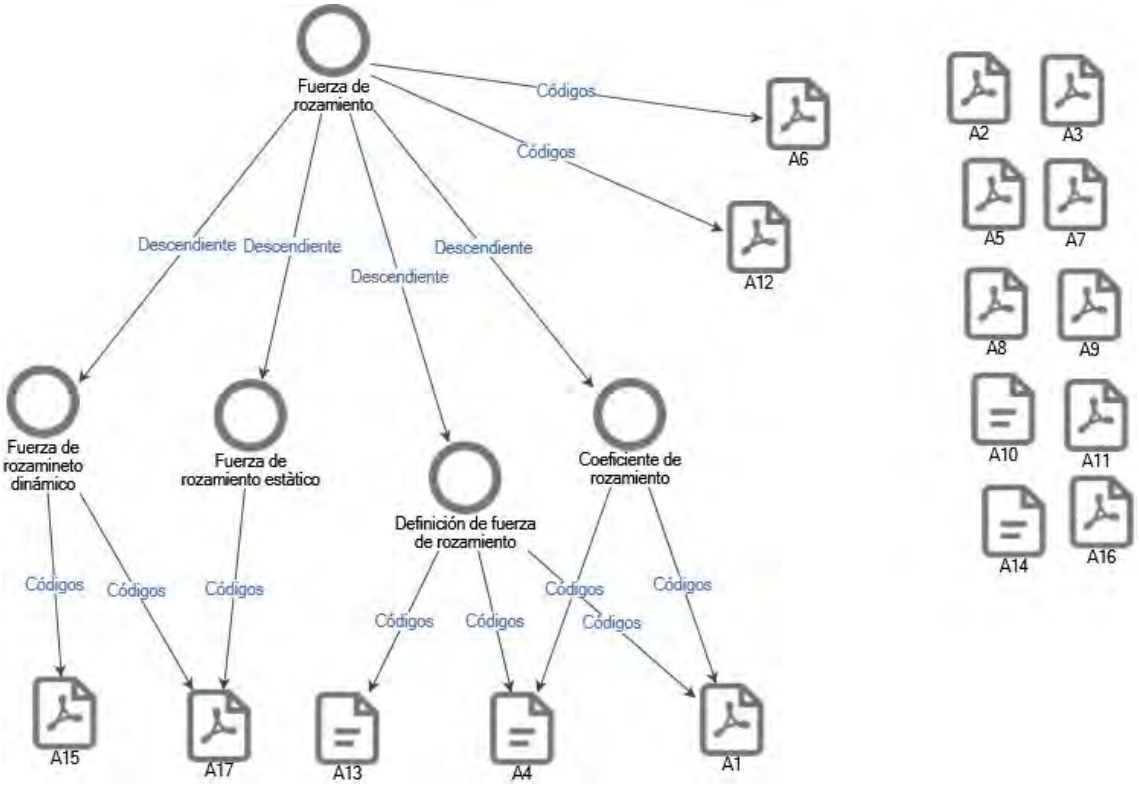
La Figura 29, muestra los resultados de los códigos asociados al concepto clave masa, los cuales son dos: definición de masa y unidades de la masa. Se encontró que 10 de los futuros docentes hicieron referencia este concepto clave en su informe presentado (59 %); de estos, 3 (18 % de la muestra) hacen referencia solo a la definición masa; 6 (35 % de la muestra) definieron el concepto de masa y además

presentaron las unidades de la masa, y 1 (6 % de la muestra) solo mostró en su informe presentado las unidades de la masa.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “fuerza de rozamiento o de fricción” (véase Figura 30).

Figura 30

Análisis del concepto clave “fuerza de rozamiento” con el software NVIVO



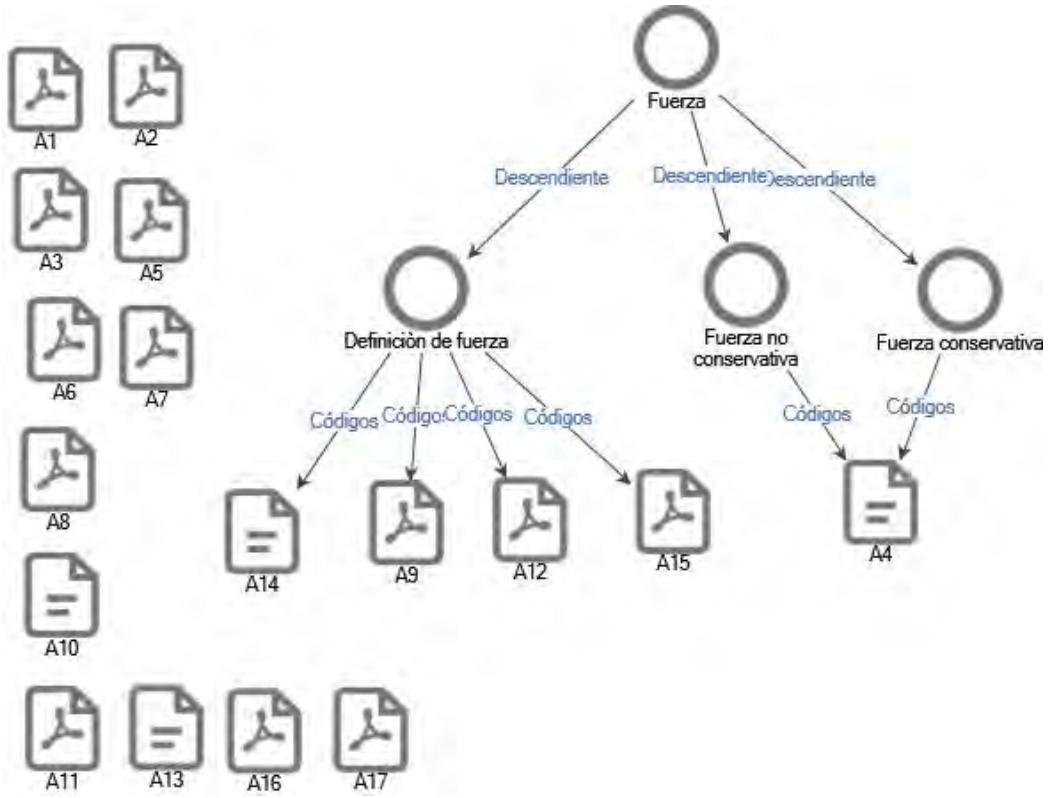
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 30, detalla los códigos de asociación que se tuvieron en cuenta para el concepto clave fuerza de fricción, los cuales son: fuerza de rozamiento dinámico, fuerza de rozamiento estático, definición de fuerza de rozamiento y coeficiente de rozamiento. A partir de este análisis, se encontró que 7 (41 % de la muestra) de los futuros docentes tuvo en cuenta este concepto clave en la presentación de su informe; de estos, 2 (12 % de la muestra) mencionaron la fuerza de rozamiento sin tener la consideración de los códigos de asociación; 2 (12 % de la muestra) establecieron fuerza de rozamiento dinámico, en donde 1 de ellos además mencionó fuerza de rozamiento estático. Por otro lado, tres de los futuros docentes (18 % de la muestra) definió la fuerza de rozamiento, donde dos de ellos además tomaron en cuenta el código de coeficiente de rozamiento.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “fuerza” (véase Figura 31).

Figura 31

Análisis del concepto clave "fuerza" con el software NVIVO



Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 31, muestra los códigos asociados al concepto clave de fuerza, los cuales fueron: definición de fuerza, fuerza no conservativa y fuerza conservativa. Se obtuvo que 5 futuros docentes (29 % de la muestra) tuvo en cuenta este concepto clave en sus informes presentados; de estos, 4 (24 % de la muestra) dieron la definición de fuerza y solo 1 futuro docente tuvo en consideración la fuerza conservativa y no conservativa, pero no definió fuerza.

Cabe señalar que en el tema de la Segunda ley de Newton se pueden tener presentes algunos conceptos de las magnitudes físicas que fueron involucrados en el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, como se explicó en líneas anteriores, tal como hace notar Vargas et al. (2012): "El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Segunda ley de Newton requiere afianzar conceptos básicos de la cinemática, tales como: posición, movimiento, rapidez, velocidad, aceleración y sistema de referencia"(p. 30).

Como se manifiesta en los resultados obtenidos de las definiciones de los conceptos clave sobre el tema de Segunda ley de Newton, hay conceptos fundamentales que se relacionan directamente con este tema; como, por ejemplo: el peso, la gravedad y fuerza, que son conceptos de magnitudes que están expresadas en las fórmulas para realizar cálculos, además el concepto de fuerza de fricción que es un fundamento físico muy relevante para entender este tema de dinámica.

La definición de fuerza normal tiene un 18 % (3 futuros docentes) debido a que los futuros docentes creyeron conveniente solo hacer una definición general de fuerza y que este concepto está dentro de un concepto general. Al igual que la situación anterior, se puede apreciar que el concepto de coeficiente de fricción, que posee un 12 % (2 futuros docentes), también no se tomó en cuenta debido a que este concepto está dentro de la explicación del concepto de fuerza de fricción.

El concepto de sistema de referencia, que posee un 24 % (4 futuros docentes), también se encontró en los conceptos involucrados con el tema de Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, pero como es un concepto fundamental para el tema de Segunda ley de Newton se tomó en consideración dentro de los conceptos que se involucran en este tema.

A continuación, se muestra una tabla detallando algunas ejemplificaciones de los conceptos clave mostrado por los futuros docentes en sus informes sobre el tema de Segunda ley de Newton (véase Tabla 18).

Tabla 18

Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre la Segunda ley de Newton mostrados en los informes de los futuros docentes

Conceptos clave	Ejemplificaciones
Masa	"Consideramos al término masa a la magnitud física con que medimos la cantidad de materia que contiene un cuerpo, sus unidades con respecto al sistema internacional de medica es el kilogramo (kg)". (A16)
	"Es una magnitud física que expresa la resistencia al movimiento de un cuerpo el cual se mide en kilogramo, normalmente en lenguaje coloquial lo confundimos por el peso (Kg)". (A9)
Peso	"Es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo, por acción de la gravedad: P=m.g". (A4)
	"El peso de un cuerpo en la Tierra es la fuerza con la cual es atraído hacia el centro de la Tierra. (m.g)". (A13)
Fuerza de fricción	"Es aquella fuerza que siempre se opone al movimiento del cuerpo y trata de reducir la rapidez a la cual las superficies se deslizan una sobre la otra. Ejemplo; Al tratar de frenar un carro hay una fricción entre las llantas y el suelo ocasionando que se reduzca la velocidad, hasta llegar a detenerse". (A15)
	"El rozamiento entre superficies se expresa como Fr = μN, siendo siempre de sentido opuesto al del movimiento. Este resultado no se puede "demostrar" porque se trata de un resultado empírico, es decir, fruto de la experimentación". (A13)
Fuerza	"La fuerza es una magnitud vectorial que representa toda causa capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo o de producir una deformación de él. Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el Newton (N). Un Newton es la fuerza que a al aplicarse sobre una masa de 1 kg provoca una aceleración de $1m/s^2$". (A4)
	"Es una magnitud vectorial medible que se representa con la letra 'F' y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Newton 'N', además La fuerza es un fenómeno físico capaz de modificar la velocidad de desplazamiento, movimiento y/o estructura (deformación) de un cuerpo, según el punto de aplicación, dirección e intensidad dado". (A6)
Gravedad	"Es una fuerza física que la Tierra ejerce sobre todos los cuerpos hacia su centro. Sus unidades según el sistema internacional de medida es el m/s²". (A8)
	"Fenómeno en el que los cuerpos son atraídos hacía el centro de la tierra". (A13)
Sistema de referencia	"Es el cuerpo que usamos para referir la posición de un objeto en movimiento". (A9)
	"Sistema de coordenadas respecto del cual estudiamos el movimiento de un cuerpo. Supone la posición del observador respecto al fenómeno observado". (A16)
Fuerza normal	"Es la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado en ella. Es perpendicular a la superficie y su punto de aplicación está en la base del cuerpo". (A6)
Coeficiente de fricción	"Coeficiente que expresa la oposición al movimiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto". (A1)
Diagrama de cuerpo libre	"Es un diagrama de un objeto de interés despojado de todos los objetos que lo rodean y describe todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo". (A14)
Suma de fuerzas	"Es la suma de una o más vectores que representan a cada fuerza". (A14)

Nota. Elaboración propia.

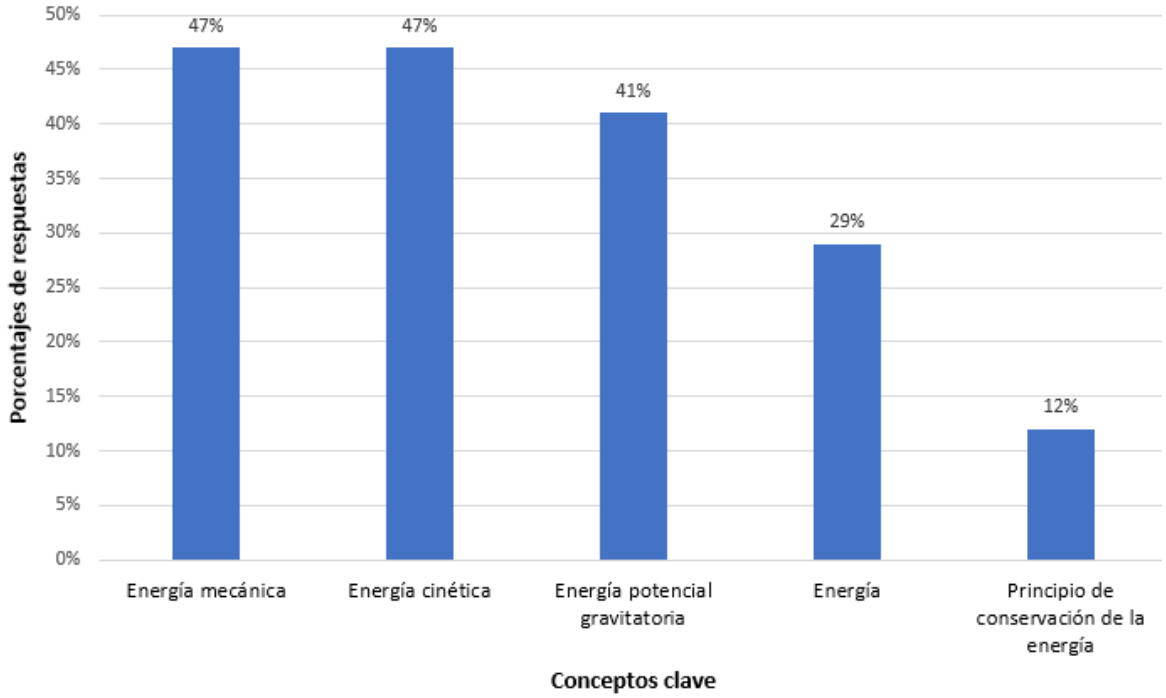
4.1.1.3 Análisis de conceptos clave relacionados con el tema de Energía mecánica. Con relación al tema de Energía Mecánica, los conceptos que se establecieron como los más fundamentales y que se esperaba que los futuros docentes puedan tomarlos en cuenta son: energía, energía mecánica, energía cinética, energía potencial gravitatoria y principio de conservación de la energía.

Para este tema no hay ningún concepto que haya sido evidenciado con un porcentaje por encima del 50 %, pero en cierta medida al menos estos conceptos fueron considerados por un futuro docente. Esto no quita importancia en que es un tema relevante con el que los futuros docentes relacionaron el desarrollo de la situación problemática planteada para esta investigación.

A continuación, se muestran los porcentajes alcanzados por los conceptos clave que se pretendían fueran considerados por los futuros docentes si en caso ellos habrían relacionado la solución de la situación problemática presentada con el tema de Energía Mecánica (véase Figura 32).

Figura 32

Porcentajes de conceptos clave referidos a Energía mecánica incluidos en los informes de los futuros docentes



Nota. Elaboración propia.

Del análisis de la Figura 32, se estima que los porcentajes de respuestas en los que los futuros docentes hacen referencia a estos conceptos son los siguientes: energía mecánica 47 % (8 futuros docentes), energía cinética 47 % (8 futuros docentes), energía potencial gravitatoria 41 % (7 futuros docentes), energía 29 % (5 futuros docentes) y principio de la conservación de la energía 12 % (2 futuros docentes). Este tema también involucra conceptos que están presentes en los dos temas analizados anteriormente, pero por tener mayor relevancia en la teoría con este tema se consideró en

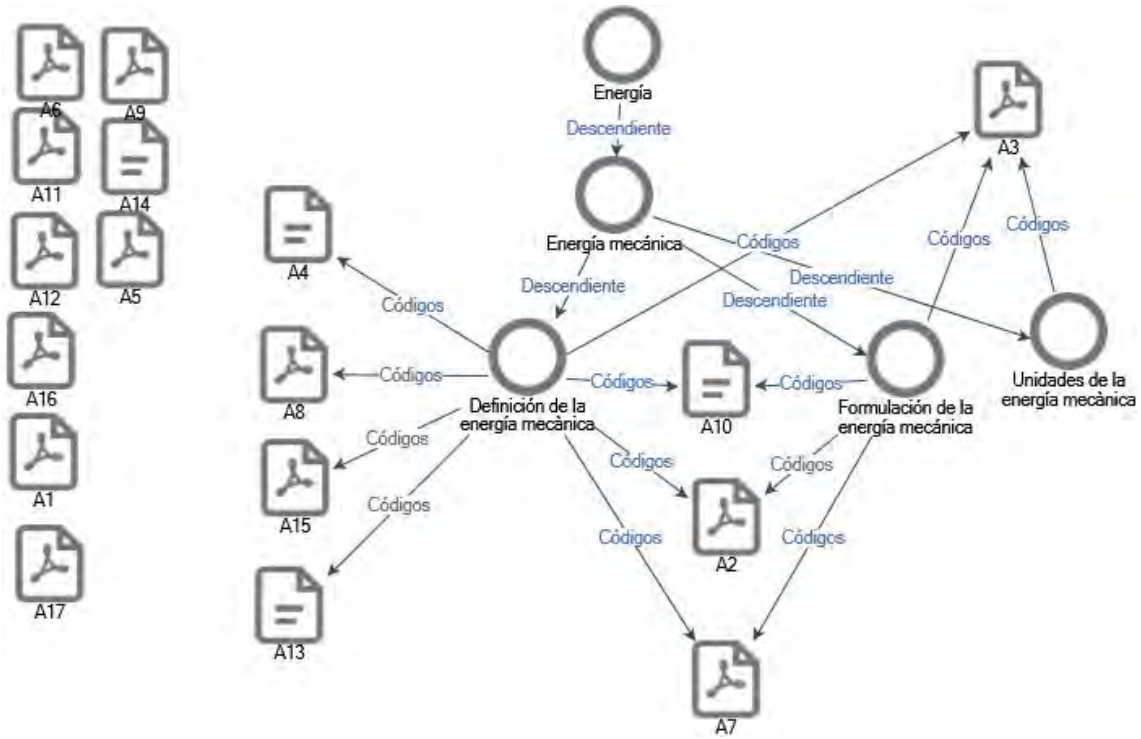
este apartado. Como se puede apreciar, los temas de cinemática y dinámica se involucran mucho, por lo que es necesario conocer, en un primer momento, los conceptos de cinemática para que luego sean comprendidos con facilidad en temas de dinámica.

Los porcentajes que se muestran en la Figura 32 dan un alcance relevante, ya que se puede entender que los futuros docentes tienen conocimiento de estos conceptos y pueden retarse a desarrollar la situación problemática con este tema; si bien es cierto, los porcentajes no pasan del 50 %, esto no causa ningún inconveniente, ya que la importancia está en la diversidad de temas con que el futuro docente puede asociarse para la resolución de la situación problemática planteada. No cabe duda de que la situación problemática "¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?" posee una amplitud de relaciones con diversos temas, tanto de cinemática como de dinámica, lo que permite el enriquecimiento indagativo de este trabajo de investigación. Para realizar un análisis más detallado sobre los conceptos clave involucrados para este tema, se presentan las Figuras 33, 34, 35, 36 y 37, donde se explica una relación de estos conceptos con sus respectivos códigos.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de "energía mecánica" (véase Figura 33).

Figura 33

Análisis del concepto clave "energía mecánica" con el software NVIVO



Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

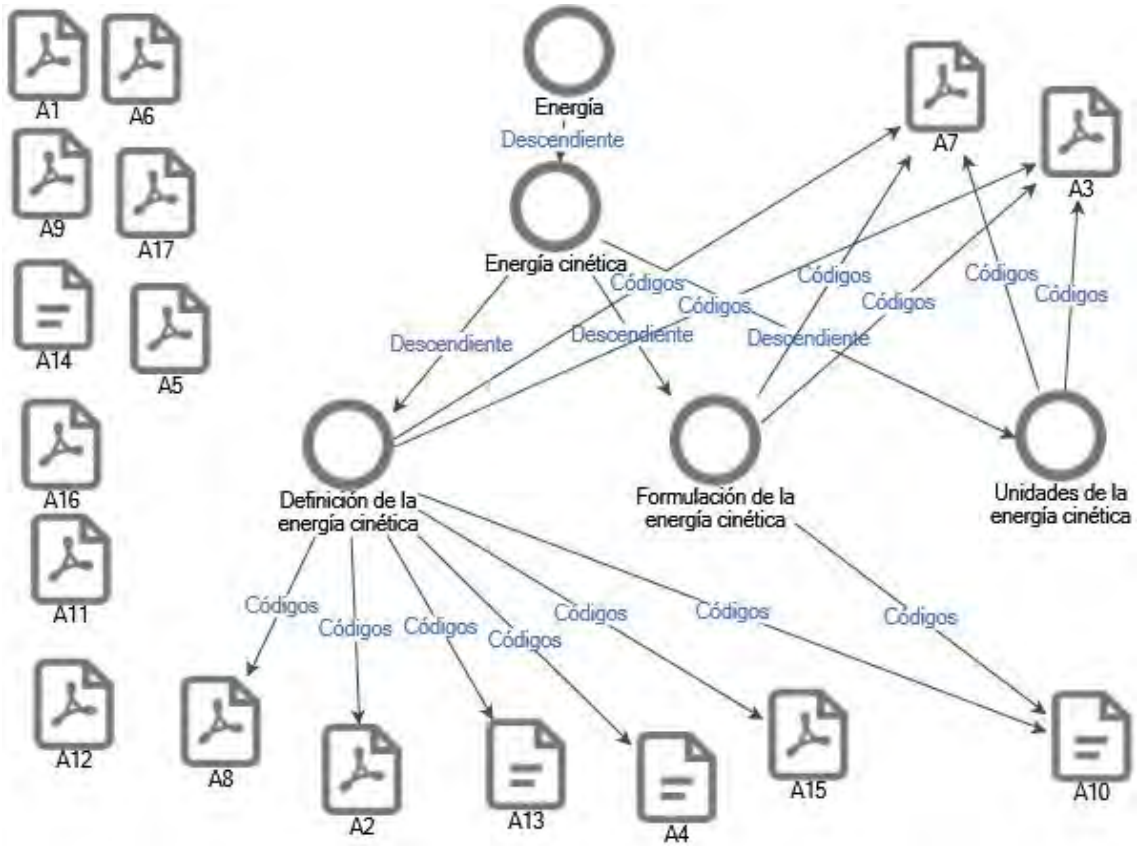
La Figura 33, muestra los códigos asociados al concepto clave de energía mecánica, los cuales son: definición de la energía mecánica, formulación de la energía mecánica y unidades de la energía mecánica. En este análisis se encontró que 8 de los futuros docentes (47 % de la muestra) tuvieron en

cuenta este concepto clave; de estos, 4 (24 % de la muestra) solo presentaron la definición de la energía mecánica; 4 (24 % de la muestra) definen energía mecánica y además presentaron la formulación de la energía mecánica, de estos solo 1 presentó adicionalmente las unidades de la energía mecánica.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “energía cinética” (véase Figura 34).

Figura 34

Análisis del concepto clave “energía cinética” con el software NVIVO



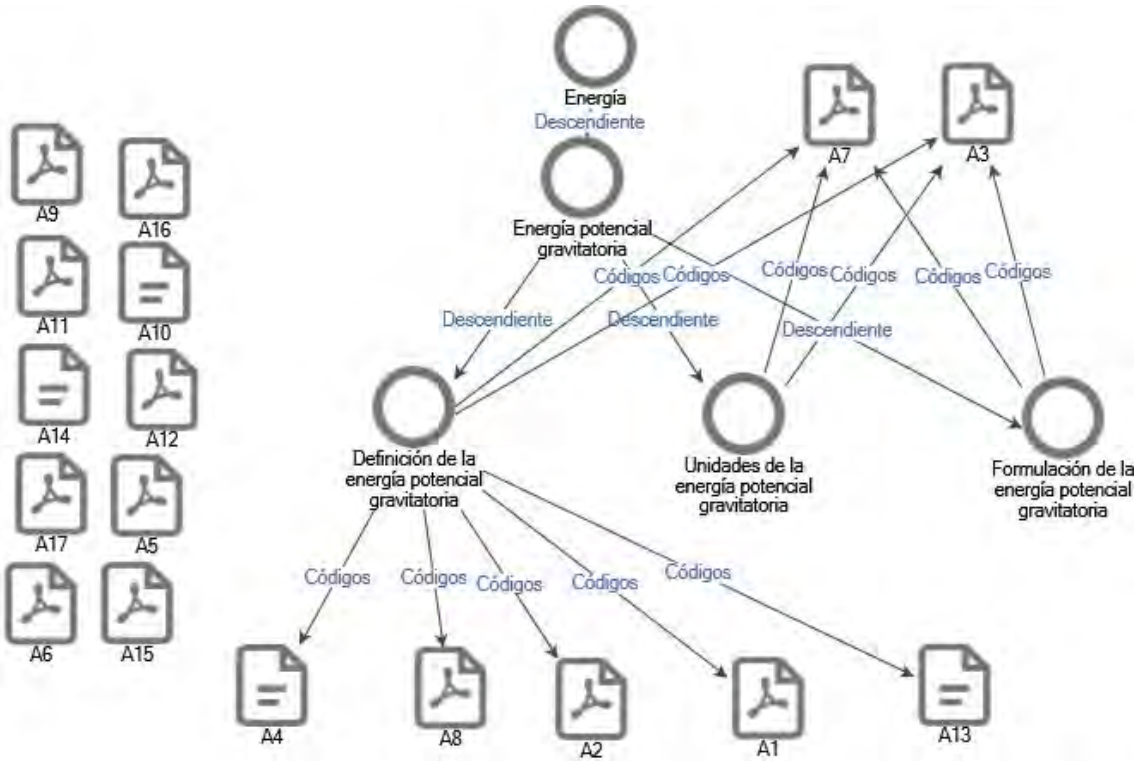
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 34, muestra los códigos asociados al concepto clave de energía cinética, los cuales son: definición de la energía cinética, formulación de la energía cinética y unidades de la energía cinética. El análisis de este concepto clave muestra que: ocho futuros docentes (47 % de la muestra) presentaron la definición de la energía cinética, de los cuales tres agregaron la formulación de la energía cinética y otros dos agregaron las unidades de la energía cinética.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de “energía potencial gravitatoria” (véase Figura 35).

Figura 35

Análisis del concepto clave "energía potencial gravitatoria" con el software NVIVO



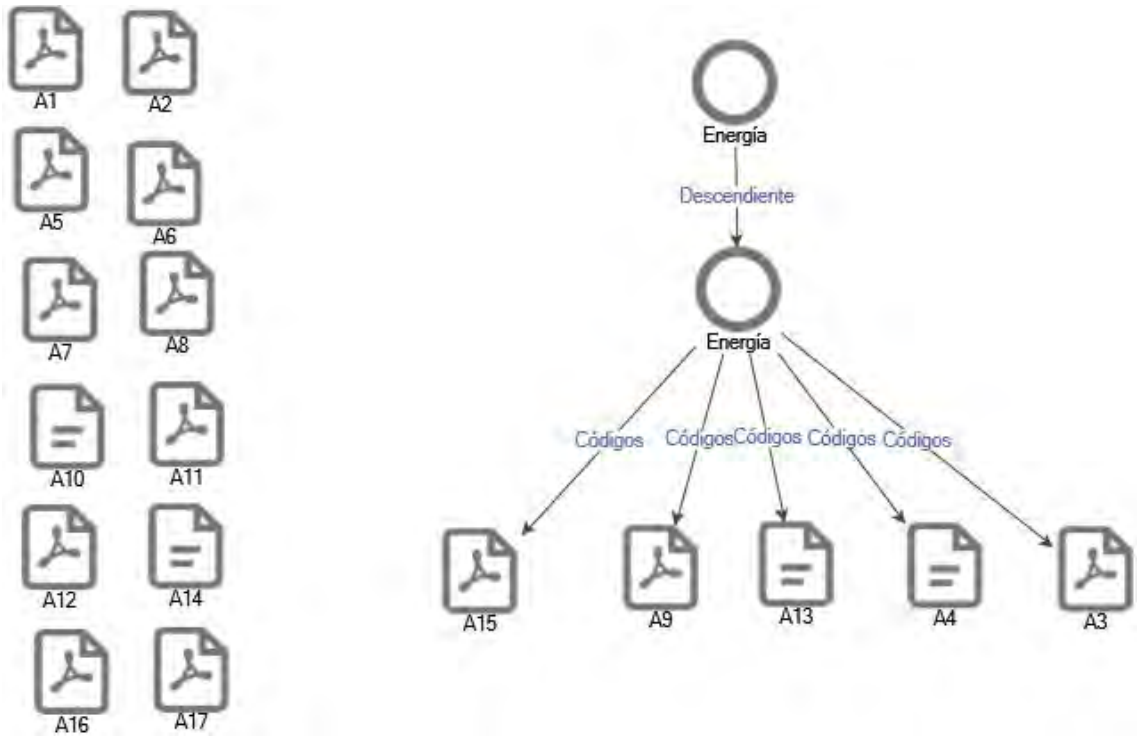
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 35, presenta la relación de los códigos del concepto clave de energía potencial gravitatoria, los cuales son: definición de la energía potencial gravitatoria, formulación de la energía potencial gravitatoria y unidades de la energía potencial gravitatoria. Este análisis muestra que 7 futuros docentes (41 % de la muestra) tuvieron en cuenta este concepto clave; de estos, 8 (47 % de la muestra) tuvieron en cuenta este concepto clave; y de estos, 7 (41 % de la muestra) presentó en sus informes la definición de la energía potencial gravitatoria, de los cuales 2 (12 % de la muestra) agregaron además la formulación de la energía potencial gravitatoria y las unidades de esta energía.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de "energía" (véase Figura 36).

Figura 36

Análisis del concepto clave "energía" con el software NVIVO



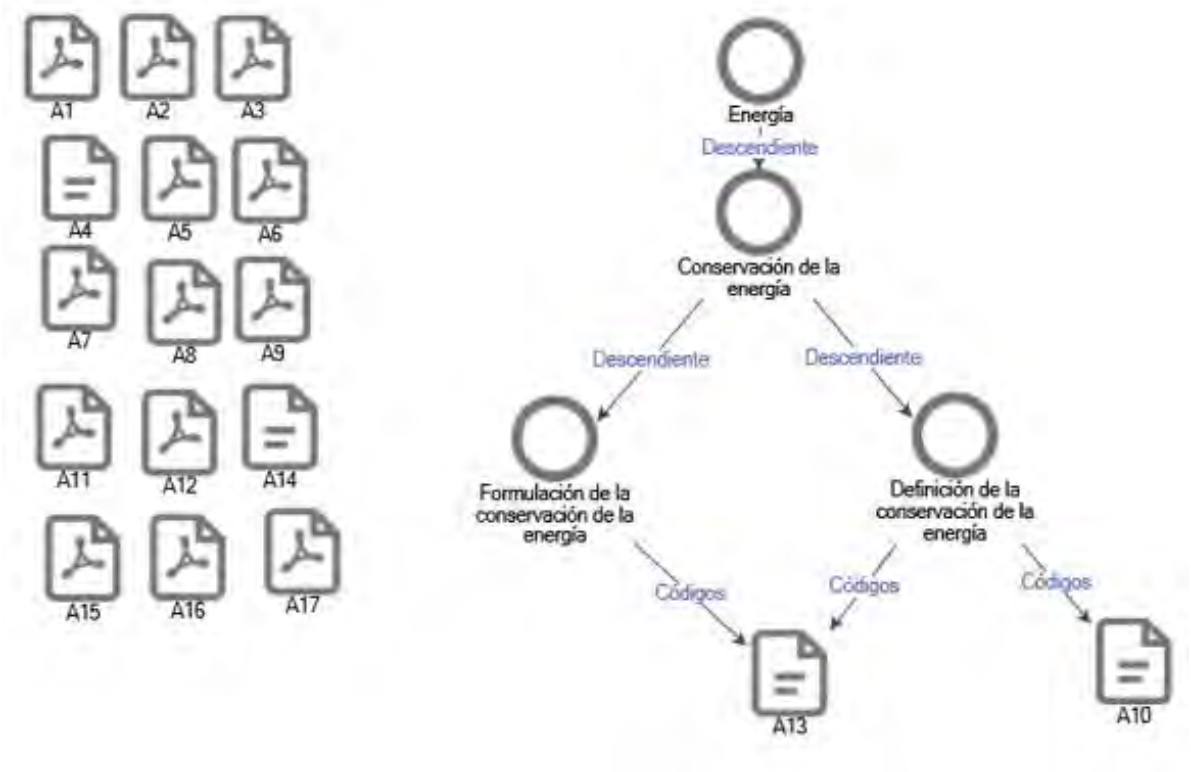
Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 36, muestra la cantidad de los futuros docentes que presentaron en sus informes el concepto de energía, esta cantidad fue de 5 futuros docentes los cuales representan el 29 % de la muestra total.

A continuación, se mostrará el análisis realizado con el software NVIVO para el concepto clave de "conservación de la energía" (véase Figura 37).

Figura 37

Análisis del concepto clave "conservación de la energía" con el software NVIVO



Nota. Elaboración propia utilizando el software NVIVO.

La Figura 37, muestra los códigos asociados al análisis del concepto clave de conservación de la energía, los cuales son: definición de la conservación de la energía y formulación de la conservación de la energía. Tras el análisis correspondiente se muestra que fueron dos los futuros docentes (12 % de la muestra) quienes presentaron en sus informes la definición de la conservación de la energía y solo uno de ellos además agregó la formulación de la conservación de la energía.

Cabe aclarar que los futuros docentes pudieron haber propuesto otros temas diferentes a estos tres y que es parte de esta primera fase, si esto hubiera ocurrido es válido, ya que lo que se pretende con situaciones problemáticas abiertas es que el futuro docente pueda explorar y comprender con que temas puede relacionar la situación para luego indagar sobre los conceptos que involucra su tema propuesto. Un ejemplo de algún tema con el que hubieran relacionado, aparte de los tres temas propuestos, sería Movimiento rectilíneo uniforme, donde se puede apreciar que existe un móvil, un recorrido recto que alcanzará una distancia, un tiempo del recorrido y una velocidad; si el futuro docente hubiera propuesto este tema para la resolución de la situación problemática planteada, en algún momento se hubiera dado cuenta de que este no había considerado el concepto de aceleración que es uno de los conceptos fundamentales para desarrollar la situación problemática.

A continuación, se presenta la Tabla 19 donde se aprecia la ejemplificación de los conceptos desarrollados por los futuros docentes en relación con el tema de Energía mecánica (véase Tabla 19).

Tabla 19

Ejemplificaciones de los conceptos clave sobre Energía mecánica mostrados en los informes de los futuros docentes

Conceptos clave	Futuros docentes	Ejemplificaciones
Energía mecánica	A10	Es la suma de la energía cinética y energía potencial que posee. Unidad de medida es Julius J.
	A15	La energía mecánica es aquella relacionada tanto con la posición como con el movimiento de los cuerpos y, por tanto, involucra a las distintas energías que tiene un objetivo en movimiento, como son la energía cinética y la potencial.
	A8	Es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo o producir un movimiento. También se dice que la energía mecánica de un cuerpo es la suma de su energía cinética y su energía potencial.
Energía cinética	A3	La energía cinética por su parte se manifiesta cuando los cuerpos se mueven y está asociada a la velocidad. Se calcula con la fórmula: $Ec = \frac{1}{2}.m.v^2$ Donde: • m es la masa (Kg) [*sic*] • v la velocidad (m/s) • Ec la energía cinética (J=Kg·m2 /s2) [*sic*]
Energía potencial gravitatoria	A4	Es la energía que posee un cuerpo o conjunto de cuerpos debido a su posición en el campo gravitacional. Se determina con la siguiente expresión matemática: Ug = m.g.h; donde Ug es energía potencial gravitacional, m es la masa del cuerpo, g es la gravedad y h la altura que se encuentra el cuerpo.
	A2	La energía potencial es aquella que poseen los cuerpos por el hecho de encontrarse en una determinada posición en un campo de fuerzas.
Energía	A15	Magnitud física que consiste en la capacidad que tiene un cuerpo, sistema físico o fenómeno de producir trabajo determinado, su unidad de medida es el joule (J).
Principio de la conservación de la energía	A13	Cuando en un sistema sólo aparecen fuerzas conservativas, se tiene entonces que se cumple el siguiente teorema de conservación de la energía Ep(A) + Ec(A) = Ep(B) + Ec(B)

Nota. Elaboración propia.

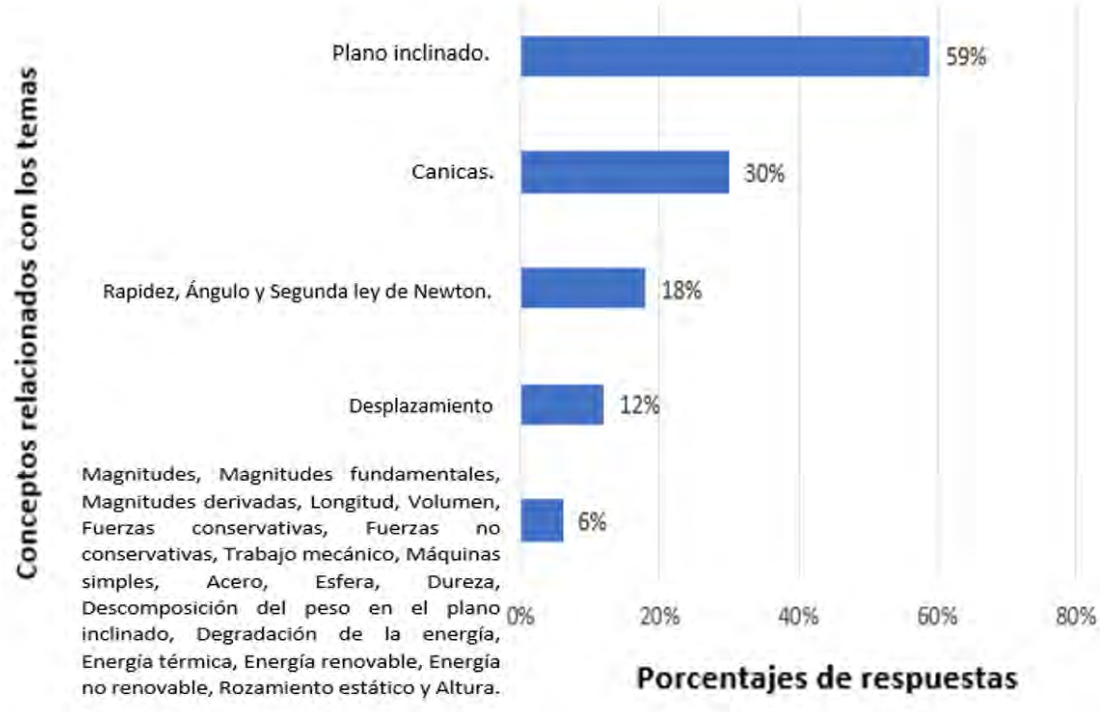
Si bien es cierto, anteriormente se han presentado los porcentajes alcanzados por los conceptos clave de los tres temas involucrados para la situación problemática, esto no determina que sean los únicos conceptos que presentaron los futuros docentes, existen otros más que se relacionan al tema elegido por ellos y que enriquece su trabajo. Cabe resaltar que los conceptos clave que se han presentado para cada tema fueron tomados como los más fundamentales para estos y que por lo menos se esperaba que en la primera fase de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), en la cual se involucra el marco teórico para la resolución de la situación, sean manifestados.

La metodología con que se trabaja en esta investigación, a diferencia de otras metodologías, no determina un número exacto de conceptos que el futuro docente pueda presentar en su informe, sino que a base de unos conceptos fundamentales se espera que este transmita algunos otros para que la resolución de la situación problemática sea más significativa; es decir, en un primer momento los futuros docentes analizan la situación problemática para involucrarla a un tema, luego describe los conceptos que crea conveniente para tener su marco teórico bien estructurado, y por último llega a unas conclusiones.

Los conceptos que no fueron determinados como claves, pero que han servido a los estudiantes para desarrollar la situación problemática, son los siguientes: rapidez, altura, desplazamiento, canicas, magnitudes, magnitudes fundamentales, longitud, magnitudes derivadas, volumen, fuerzas conservativas, fuerzas no conservativas, trabajo mecánico, máquinas simples, segunda ley de Newton, acero, esfera, dureza, ángulo de inclinación, descomposición del peso en el plano inclinado, degradación de la energía, energía térmica, energía renovable, energía no renovable y rozamiento estático.

Figura 38

Porcentajes de otros conceptos que los futuros docentes tuvieron en cuenta en sus informes



Nota. Elaboración propia.

Con relación al análisis de la Figura 38 se puede apreciar que existen muchos otros conceptos que los futuros docentes han tenido en cuenta y que fueron presentados en el marco teórico de los futuros docentes los cuales creyeron conveniente tenerlos en cuenta.

El concepto de plano inclinado fue presentado en 10 informes teniendo así un 59 %, el concepto de canica se presentó en 5 de los informes lo cual representa al 30 %, luego los conceptos de rapidez, ángulo y segunda ley de Newton fueron mostrados por 3 futuros docentes lo cual representa para cada uno un 18 %, para el concepto de desplazamiento se alcanzó un porcentaje del 12 % (2 futuros docentes), los demás conceptos restantes solo alcanzaron el 6 % (1 futuro docente) cada uno.

Estos resultados de la expresión de los conceptos clave que presenta el futuro docente en su informe con respecto a los temas que considera que se relacionan con la situación problemática planteada, manifiestan una cierta vinculación con temas que han visto en su formación y que posiblemente han aprendido anteriormente en sus estudios académicos de secundaria y universitaria; en ciertos casos, la manifestación de algunos conceptos es mayor que la de los otros, debido a que depende de la relación de cada futuro docente con respecto a los temas que más haya creído conveniente abordarlo para la resolución respectiva.

En un primer momento, tener conceptos clave como base para el desarrollo de una situación problemática, es muy importante, ya que ayuda a los futuros docentes a priorizar y limitar los temas con los que se van a involucrar; además, pueden tener una visión de desarrollo que resulte beneficioso al momento de realizar una indagación de los temas. Si bien se podría pensar que los conceptos no forman parte de la experimentación para obtener resultados, estos resultan de gran aporte; ya que, al momento de la experimentación, el futuro docente puede verlos reflejados en todo el desarrollo y puede así comprender lo que está realizando e indagar aún más sobre su objetivo.

En esta investigación los futuros docentes creyeron conveniente realizar su propio marco teórico con conceptos en los que algunos tienen una mayor lista de conceptos descritos y otros menos; en ciertos casos, unos muestran definiciones precisas y otros han tratado que sus definiciones sean más amplias y explicativas, esto lleva a argumentar la importancia de saber que el futuro docente sea el centro de realización del desarrollo de la situación problemática planteada y además afirmar que no todos pueden pensar que van a tomar un marco teórico igual al de sus compañeros.

4.1.2 *Resultados de la fase 2 "Emisión de hipótesis"*

En la segunda fase, que respecta a la emisión de hipótesis, los futuros docentes tuvieron en cuenta una pregunta presentada dentro del esquema de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) y que los ayudó a plantear mejor cuál o cuáles acontecimientos pueden dar como resultado el desarrollo de la situación problemática, esta pregunta es la siguiente: ¿qué va a suceder?; como se puede apreciar es una interrogante que está directamente asociada a esta fase y en la cual el futuro docente puede aventurarse, en un primer momento, hacia un resultado previsto.

En los informes presentados por futuros docentes se pueden apreciar que el planteamiento de las hipótesis no son las mismas, ya que al tratarse de involucrar con uno de los tres temas que

fueron tomados en consideración para la resolución se tuvieron diferentes planteamientos, o en otros casos se enfocaron en la misma hipótesis, pero redactada de manera diferente. Otro dato resaltante es que estas hipótesis tuvieron diversos planteamientos, pero su investigación estuvo centrada mayormente por variables independientes como: masa de las canicas, altura del plano inclinado (o ángulo), tamaño de las canicas y fuerza de fricción de la rampa; es por ello por lo que, en la Tabla 20 se presentan ejemplificaciones de las hipótesis emitidas por los futuros docentes en relación con estas variables.

Tabla 20

Hipótesis emitidas por los futuros docentes presentadas en sus informes

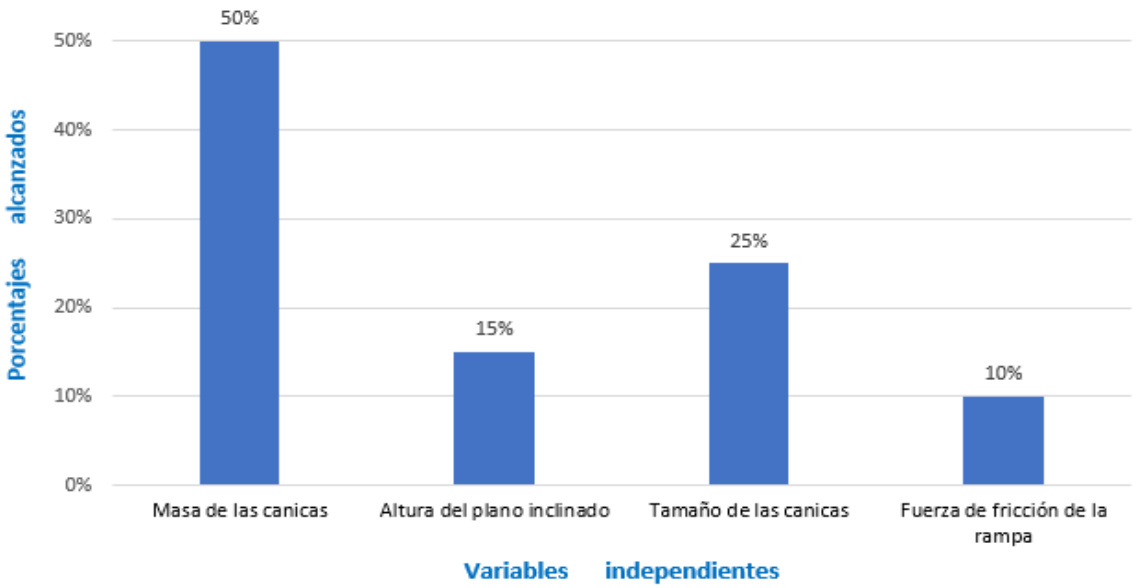
Variables	Futuros docentes	Ejemplificaciones
Masa de las canicas	A3	• La canica con mayor masa será la que vaya más rápido.
	A15	• La canica que tiene más masa es la que se deslizará con más rapidez sobre el plano inclinado.
Altura del plano inclinado (ángulo)	A9	• La canica que recorre más rápido el plano inclinado es la que más se aproxima al ángulo de 90°.
	A12	• Si el plano inclinado tiene más altura, entonces la canica rodará más rápido.
Tamaño de las canicas	A10	• La canica más grande será la que vaya más rápido.
	A11	• La canica más grande rodará más rápido que la pequeña puesto que tiene mayor volumen y le permitirá ganar más velocidad en el trayecto del plano inclinado.
Fuerza de fricción de la rampa	A1	• A menor fricción las canicas irán más rápido.
	A17	• La superficie que facilitará el desplazamiento del móvil por la superficie es la mota.

Nota. Elaborado a partir de la información recabada en los informes de los futuros docentes.

Con respecto al análisis de las expresiones de los futuros docentes en sus hipótesis, se puede apreciar que las expresiones que emiten van en relación con que si al tener la canica mayor masa o tamaño entonces pueda que haga su recorrido con mayor o menor rapidez por el plano; algunos consideraron el ángulo o la altura que tiene el plano inclinado, ya que al tener mayor o menor ángulo influye directamente en la rapidez o velocidad de la canica, y otros que tuvieron como referencia el tema de la Segunda ley de Newton consideraron la fuerza de fricción como un determinante para la influencia de la rapidez del móvil. En la siguiente Figura 39 se muestran los porcentajes que se obtuvieron de un total de 20 hipótesis emitidas en relación con las variables independientes antes mencionadas, cabe aclarar que cada futuro docente pudo haber emitido una o más de una hipótesis para su resolución de la situación problemática.

Figura 39

Porcentajes de hipótesis emitidas sobre las variables independientes



Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura 39, la variable independiente en la cual los futuros docentes centraron más el planteamiento de sus hipótesis es la masa de las canicas con un 50 % (10 hipótesis), seguida por el tamaño de las canicas con un 25 % (5 hipótesis), luego la altura del plano inclinado o ángulo con 15 % (3 hipótesis), y por último la fuerza de fricción de la rampa con 10 % (2 hipótesis); estos porcentajes reflejan que la situación problemática fue más centrada en desarrollarse variando las canicas tanto en su masa como en su tamaño en vez de modificar la estructura del plano inclinado que en este caso sería en su altura o la rampa por la que se deslizaron las canicas.

Para esta fase, también es importante aclarar que los futuros docentes no solo pensaron en tener como móvil de desplazamiento a las canicas, sino que algunos creyeron conveniente realizarlo con cajas, por lo que resulta muy interesante ya que no solo queda determinada la situación problemática hacia una investigación con un solo móvil, sino que muestra la necesidad y creatividad del futuro docente en idearse situaciones con otros móviles aceptables.

4.1.3 *Resultados de la fase 3 "Diseño de la investigación"*

En esta fase, en un primer momento, se mostró al futuro docente un esquema de preguntas referenciales que tenían que seguir y del cual se iba a orientar para hacer de su investigación un proceso más estructurado, los pasos del esquema a seguir en esta fase son las siguientes:

- ¿Qué cosas cambian y cuáles no cambian?
- ¿Qué voy a medir y qué materiales necesito?
- ¿Voy a dibujar lo que quiero hacer?

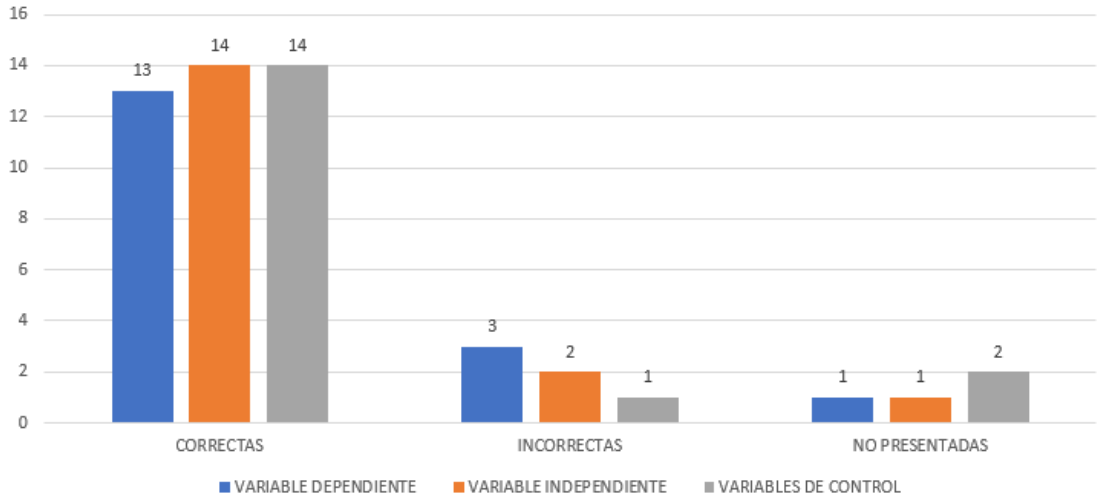
- ¿He hecho antes algo parecido?
- Ahora decido qué voy a hacer paso a paso.

Respecto a la primera pregunta, se trata de involucrar al futuro docente con las variables: independiente, dependiente y de control, donde con ello puede centrar su investigación hacia un buen análisis, ya que al saber la variable dependiente este puede apreciar en que podrían cambiar sus resultados, de igual manera al saber la variable independiente este puede saber en qué factores influyen y cambian sus datos.

En esta parte solo un futuro docente no detalló las variables de la situación problemática en su informe presentado y otro no mostró sus variables de control, por lo cual se puede afirmar que la gran mayoría apreció la importancia de este paso como un determinante en su investigación y del cual se guiaron para lo que querían demostrar. A continuación, se presentan en el siguiente gráfico de barras los resultados obtenidos en el análisis de las variables emitidas de manera correctas e incorrectas (véase Figura 40). Cabe aclarar que también se han tomado en cuenta aquellas que no se han presentado.

Figura 40

Cantidad de futuros docentes que han presentado las variables experimentales de manera correcta e incorrecta



Nota. Elaboración propia.

Analizando el gráfico de la Figura 40 se puede apreciar que la gran mayoría de los futuros docentes planteó bien sus variables de experimentación; en la variable dependiente 13 futuros docentes (77 %) plantearon de manera correcta, 3 futuros docentes (18 %) plantearon de manera incorrecta y solo un futuro docente no presentó en su informe. En la variable independiente, 14 futuros docentes (82 %) plantearon de manera correcta, 2 futuros docentes (12 %) plantearon de manera incorrecta y solo uno (5.88%) no planteó esta variable.

En lo que respecta al planteamiento de las variables de control, 14 futuros docentes (82 %) realizaron un buen planteamiento, 1 futuro docente (6 %) no planteó bien y 2 futuros docentes (12 %) no presentaron en sus informes estas variables. Los porcentajes correctos de este planteamiento de las variables de experimentación son muy altos, lo que demuestra que la gran mayoría de los futuros docentes supieron plantear bien estas variables. A continuación, se muestra en la Tabla 21 ejemplificaciones de las variables planteadas de manera correcta e incorrecta con su justificación.

Tabla 21

Justificación de la clasificación de las variables experimentales en correctas e incorrectas

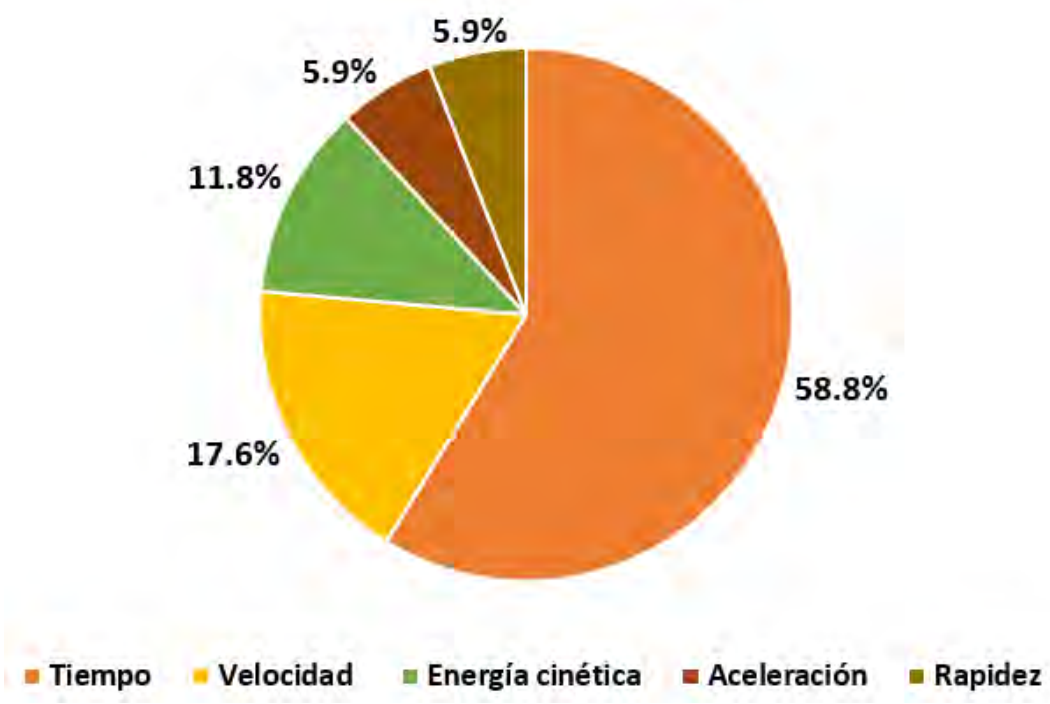
Variables de experimentación	Futuros docentes	Ejemplificación	Justificación
Variable dependiente	A12	Correcto: "el tiempo que recorre las canicas sobre el plano inclinado".	Es correcto porque en este caso lo que se propuso es modificar la altura del plano inclinado, entonces el tiempo que tarde la canica en realizar todo el recorrido va a depender de cada altura que se dé al plano como tal.
	A1	Incorrecto: "masa y coeficiente de fricción"	Es incorrecto porque lo que trató de realizar es modificar la masa de las canicas y el coeficiente de fricción, al tratar de modificar estas variables ya no serían variables dependientes sino independientes, se considera que este futuro docente ha confundido estas variables (dependiente por independiente).
Variable Independiente	A10	Correcto: "los tamaños de las canicas: grande, mediana y pequeña".	Es correcto porque tiene como referencia que su modificación en la experimentación es el tamaño de las canicas, lo que le permite comprobar que energía cinética adquiere cada canica en su recorrido.
	A6	Incorrecto: "La rapidez de las pelotas".	Es incorrecto porque la rapidez no se puede modificar de manera directa, sino que esta va a ser dependiente de la modificación de las masas de las pelotas o de la altura que le den a la rampa, se considera que este futuro docente ha confundido estas variables (independiente por dependiente).
Variable de control	A1	Correcto: "altura y ángulo del plano, velocidad inicial 0"	Es correcto debido a que la altura y el ángulo del plano inclinado pueden ser los mismo durante toda la experimentación, además el futuro docente ha considerado que sus móviles parten siempre del reposo con una velocidad 0 m/s.
	A13	Incorrecto: "tiempo que demora cada caja en caer de la rampa".	Es incorrecto porque el tiempo en la comprobación de este experimento nunca va a ser el mismo siempre debe haber una variación como tal para comprobar la rapidez, se considera que este futuro docente ha confundido esta variable con la variable dependiente.

Nota. Se citó lo presentado por los futuros docentes en sus informes.

Respecto a la segunda pregunta “¿qué voy a medir y qué materiales necesito?”, se puede apreciar en los informes presentados por los futuros docentes que sus respuestas están directamente vinculadas con las variables dependientes que propusieron para su experimentación, las magnitudes físicas mencionadas para este caso son: el tiempo, la energía cinética, la velocidad, la aceleración y la rapidez. Los resultados que se muestran en la Figura 41 hace referencia al 100 % de los futuros docentes, en donde se pueden apreciar 5 de los conceptos clave manifestados en su marco teórico.

Figura 41

Resultados porcentuales sobre las respuestas de las magnitudes físicas a medir



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico circular, los resultados están en torno a los 17 futuros docentes donde hace referencia al 100 % y que además eligieron su magnitud física para medir o calcular de acuerdo con el tema con el que ellos relacionaron el desarrollo de la situación problemática. El mayor porcentaje mostrado en este gráfico lo tiene la magnitud física del tiempo con 58.8 % (10 futuros docentes), seguido por la velocidad con 17.6 % (3 futuros docentes), luego la energía cinética con 11.8 % (2 futuros docentes), y por último las magnitudes físicas de la aceleración y rapidez con 5.9 % cada una (1 futuro docente).

De los resultados obtenidos se puede expresar que más de la mitad manifestó que su magnitud física a medir es el tiempo y el resto determinó otra de las cuatro magnitudes mencionadas anteriormente, esto permite argumentar que lo que trataron de medir siempre es la magnitud del tiempo, ya que para realizar los cálculos de las otras magnitudes físicas es necesario conocer el tiempo,

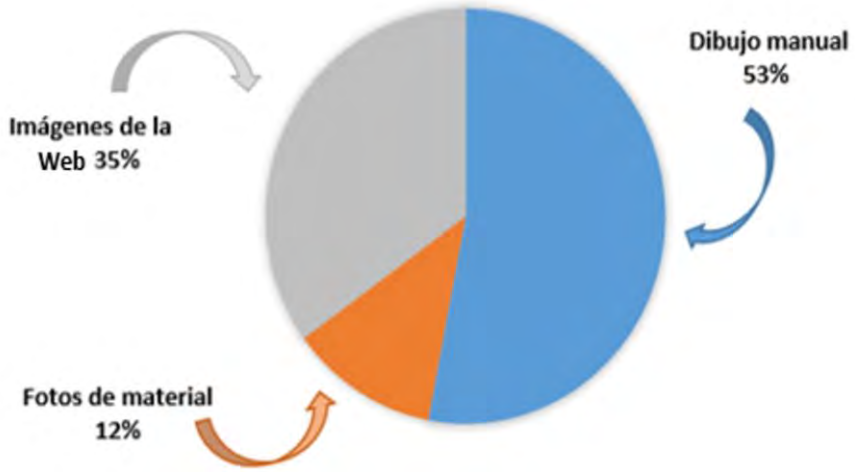
esto se puede ver fundamentado en las fórmulas para calcular la aceleración, la rapidez, la velocidad y la energía cinética.

En la deducción de los futuros docentes por saber que materiales iban a necesitar para la siguiente fase, que involucra ya la realización de la experimentación, el 100 % de estos presentó la descripción de los materiales que creyó iban a utilizar para su experimentación, unos mostraron estos materiales en esta fase y otros referenciaron que se encontraban en la primera fase donde también se pidió un análisis de lo que los futuros docentes podían utilizar en las siguientes fases.

En la tercera pregunta de esta fase "¿Voy a dibujar lo que quiero hacer?", se puede observar en los informes presentado por los futuros docentes tres maneras diferentes de representar lo que quisieron realizar durante su experimentación, es decir, es un adelanto sobre el procedimiento que iban a seguir. Estas maneras son: mediante fotos tomadas a los materiales o al plano inclinado, imágenes bajadas de los simuladores o programas que iban a utilizar y dibujos manuales donde pueden explicar visualmente el recorrido que iba a tener la canica. Los resultados porcentuales se expresan en la siguiente Figura 42.

Figura 42

Resultados de las representaciones visuales que pretendían realizar los futuros docentes para su experimentación



Nota. Elaboración propia.

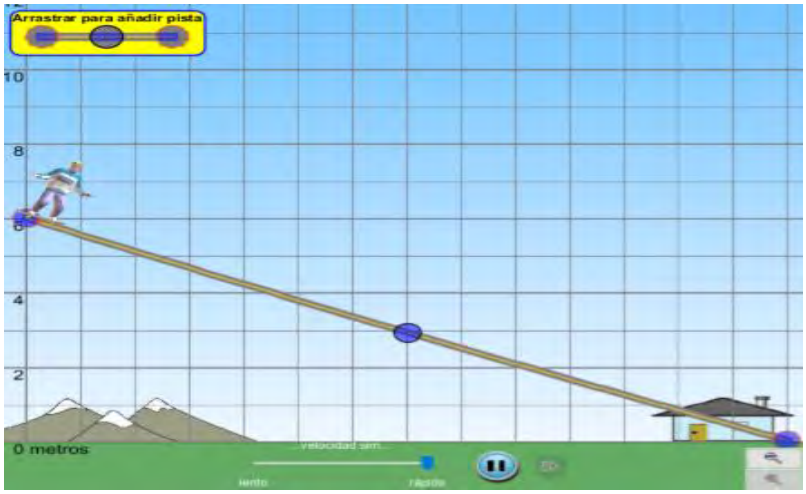
En la Figura 42, se puede evidenciar que más de la mitad de los futuros docentes creyó conveniente realizar un dibujo con lápiz y papel para representar lo que iban a realizar en la siguiente fase siguiendo la MRPI, lo que manifiesta que el futuro docente emplea su imaginación para deducir un proceso experimental que le ayude a comprobar lo que se le propuso para el desarrollo de la situación problemática.

Esta cuestión propuesta para esta fase ayudó al futuro docente a tener un objetivo más claro en relación con lo que deseaba realizar, es un aporte guiado de un continuo proceso de desarrollo; en

esta pregunta los futuros docentes se adelantaron a mostrar las distintas maneras que tenían pensado plantear y revelaron los programas con los que contaban de apoyo para su desarrollo de la situación problemática. Las Figuras 43, 44 y 45 que se muestran a continuación, son elaboraciones propias de los futuros docentes que presentaron en sus informes, en este caso se presentan las tres maneras de representar visualmente lo que quisieron realizar:

Figura 43

Representación visual de imágenes de la Web



Nota. Elaboración del futuro docente A1 utilizando el simulador "Energía Pista de patinaje" PhET. https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_es.html

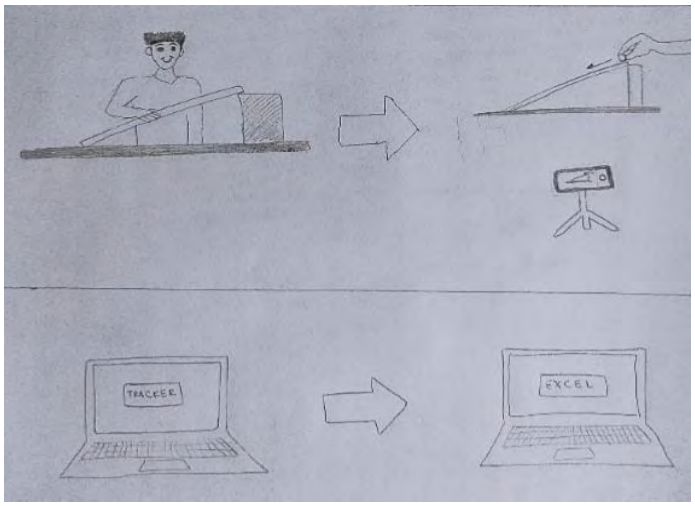
Figura 44

Representación visual de fotos a los materiales utilizados para construir el plano inclinado

Nota. Elaboración del futuro docente A2 que detalla los materiales que utilizó para realizar la experimentación.

Figura 45

Representación visual de un dibujo manual



Nota. Elaboración del futuro docente A3 donde muestra lo que realizó en la resolución del problema y los pasos que siguió para utilizar el programa Tracker.

Con respecto a la pregunta "¿he hecho antes algo parecido?", el 47 % (8 futuros docentes) presentaron en sus informes sus respuestas mostrando distintas situaciones donde observaron la situación problemática planteada. En la siguiente Tabla 22 se citan ejemplificaciones en las que los futuros docentes han observado se dan acontecimientos semejantes a los de la situación problemática.

Tabla 22

Ejemplificación de situaciones cotidianas con las que se asemeja la situación problemática planteada

Ejemplificaciones
"En el curso de física 2, he trabajado un experimento sobre las leyes de Newton, consistía en determinar qué objeto llega con mayor velocidad al suelo al dejarlos caer desde una misma altura. La diferencia es que ahora se trabajará con un plano inclinado". (A4)
"Anteriormente había trabajado en un circuito formado por planos inclinados, midiendo los tiempos que hacía un móvil entre dos puntos. Si lo comparamos con algún caso en la vida cotidiana, por ejemplo, al ir a un centro de recreación para verano; en la piscina podemos ver toboganes que son aplicaciones del plano inclinado usados en la diversión. Las personas suben a una determinada altura y simplemente se dejan caer y llegan hasta la parte final". (A5)
"Un hecho muy parecido respecto al experimento son las competencias de maratón, en donde tiene que pasar por un plano inclinado". (A6)
"Desde experiencia puede decir que desde niño he jugado con canicas, las dejaba rodar por planos indicados y superficies planas y observaba que en los planos inclinados las canicas rápidamente se detenían; en cambio en los planos inclinados las canicas corrían más rápido y ganaban velocidad, pero no me interesaba mucho saber el porqué de este fenómeno. Sin embargo, ahora analizaremos porqué en los planos inclinados estos ganan velocidad y en las superficies planas s detienen rápidamente". (A11)
"He medido la energía de los botes de una pelota, sin embargo, en esa oportunidad no había un plano inclinado, ni limitaciones al momento de botar la pelota. Esta vez la canica recorrerá una distancia exacta (longitud de la plancha)". (A13)

Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 22, los futuros docentes muestran situaciones muy peculiares de acontecimientos de la vida real en donde se manifiesta una asociación con lo que se les plantea en la situación problemática, algunos de los futuros docentes muestran ideas sobre situaciones problemáticas que desarrollaron en los cursos de Física anteriores para su formación profesional de futuros docentes. Si bien es cierto, no se llegó a obtener la presentación en más del 50 % para esta pregunta de la tercera fase el porcentaje es muy significativo, ya que puede afirmarse que es un buen indicio la metodología de resolución de problemas como investigación para tener un esquema muy detallado de un proceso de resolución; además, es la interrogante que abre paso a la asociación del futuro docente con la situación problemática, en donde se puede imaginar las circunstancias y factores que se reflejan en su proceso de desarrollo.

Como apartado final de esta tercera fase, se presenta el momento de "ahora decido qué voy a hacer paso a paso" en donde el futuro docente realizó un bosquejo de su proceso de experimentación que planificó para ejecutar; en los informes presentados se aprecia que solo dos de los futuros docentes no presentó este último apartado, lo que quiere decir que la mayoría de ellos determinó como fundamental presentar este momento porque lo situó básicamente en lo que iban a realizar en su experimentación.

Este último paso de la tercera fase se conecta de directamente con la fase siguiente "Resolución del problema" en donde el futuro docente ya se encuentra en el momento de la ejecución de lo que planteó; este momento es clave para el desarrollo de la situación problemática, ya que se recogieron datos y se pudo contrastar las hipótesis emitidas en la segunda fase la MRPI; por lo cual, tener una toma de decisiones sobre lo que se iba a realizar de manera detallada da mucha importancia a situar mejor el desarrollo, además fue un momento en donde el futuro docente se vinculó con lo que iba a suceder.

La Tabla 23, muestra las ejemplificaciones detalladas de lo que plantearon los futuros docentes en sus informes y los cuales fueron expresiones a su manera de lo que quisieron desarrollar para realizar en la fase 4, poder experimentar y dar solución a la situación problemática planteada.

4.1.4 *Resultados de la fase 4 "Resolución del problema"*

En esta cuarta fase de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI), se aborda el momento de la experimentación y comprobación de los resultados obtenidos, en donde el futuro docente realizó de manera real lo que antes habían planteado mediante un dibujo, una simulación o algún método de realización.

Tabla 23

Ejemplificaciones de la descripción detallada del procedimiento que realizaron los futuros docentes para su resolución

Futuros docentes	Ejemplificaciones
A1	• Descargar el applet. • Generar las condiciones del problema. • Experimentar según las condiciones de las variables. • Recoger información.
A3	• Calcular el peso de las canicas (pequeña, mediana y grande), a partir de un grupo grande de canicas. • Diseñar y construir el plano inclinado con medidas manejables. • Ubicar un espacio donde colocar el plano inclinado para filmarlo mientras la canica cae desde la posición inicial. • Pasar los videos a la computadora para visualizar detenidamente el recorrido de la canica con la ayuda de Tracker. • Registrar los datos en Excel y analizar los resultados obtenidos para calcular la rapidez de las canicas.
A10	• Primero determinamos el plano inclinado, con ángulo 30° y 60°. Con una altura de 20 centímetros. • Establecemos el punto de partida de las canicas. Desde el punto más alto del plano inclinado. • Tomamos la canica grande y la dejamos caer desde el punto mencionado anteriormente, y otra persona graba el recorrido de la canica. • Repetimos el mismo proceso con las canicas restantes (mediana y pequeña). • Llevamos el primer video al Tracker para analizarlos y obtener las variables de velocidad, energías, aceleración. Estos datos son llevados a Excel para hacer los gráficos respectivos que ´permitirán determinar la energía cinética de las canicas. • Se repite el proceso anterior con los videos restantes. • Finalmente, realizamos una comparación de las energías cinéticas, para saber cuál canica va más rápido, determinado por aquella que tiene una mayor energía cinética.
A14	• Recopilamos los materiales que utilizaremos para realizar el experimento. • Pesamos la canica. • Medimos la madera que utilizaremos para armar la resbaladora. • Armamos las resbaladoras con ángulos de 30°, 37° y 45°. • Colocamos la canica y la dejamos desplazarse en la resbaladora.

Nota. Planteamientos de los estudiantes A1, A3, A10 y A14.

Para esta investigación, los futuros docentes tenían claro que la situación problemática era mediante un plano inclinado, por lo cual todos describieron un modelo de plano en donde podían medir magnitudes físicas que les ayuden a desarrollar la situación; ya se había visto en la fase anterior de la MRPI que la mayoría de los futuros docentes se propuso calcular el tiempo, algunos detallaron otras magnitudes físicas como: la energía cinética, la velocidad, la aceleración y la rapidez, pero como se explicó estas magnitudes debían ser calculadas mediante el conocimiento del tiempo, por lo que la situación problemática estuvo ligada en abordar el tiempo como la variable principal.

Esta fase muestra cuatro momentos en donde el futuro docente tuvo que detallar lo que realizó y mostrar así un proceso más estructurado, estos momentos son los siguientes:

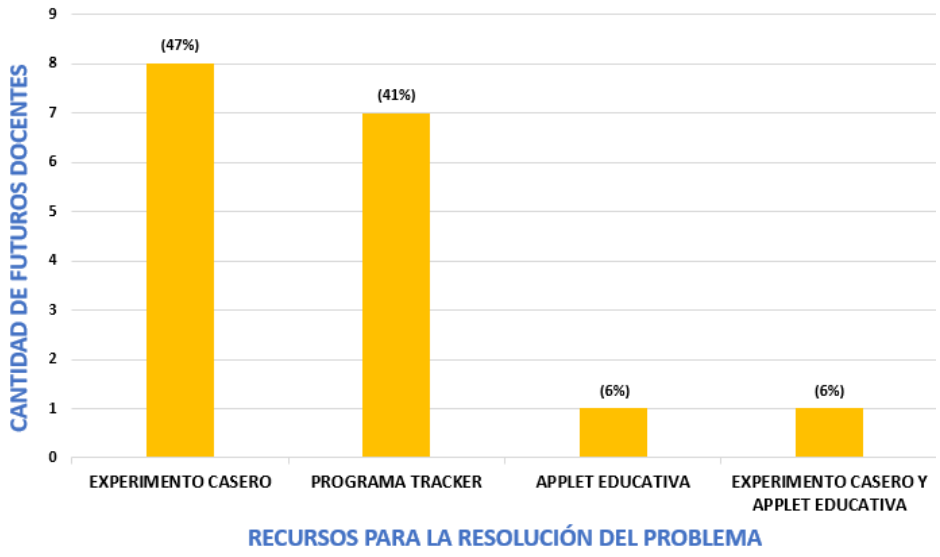
- Llevar el diseño a cabo: mencionar la manera en que se iba a desarrollar la situación problemática.
- Descripción del proceso: explicación de los pasos que se debían seguir.
- Observaciones y datos: ¿de qué me he dado cuenta?, ¿qué he observado?
- Obtención de resultados: ¿qué medidas he tomado?, ¿qué datos he obtenido?

Para llevar a cabo su diseño, los futuros docentes tuvieron la opción de pensar en muchas maneras de cómo poder dar respuesta a la situación problemática planteada, es por eso por lo que se les dejó, como es de característica de la MRPI, la libertad de que ellos indaguen y exploren los distintos métodos de resolución que existen y así puedan trabajar en lo que se plantearon.

Según los informes presentados por estos futuros docentes, se encaminó por desarrollar la situación problemática mediante tres maneras: experimento casero, uso del programa Tracker y mediante un aplicativo educativo de física. Las recomendaciones de la utilización de estos recursos fueron brindadas en su momento por la docente del curso de Física III y su Didáctica como una labor pedagógica guiada que es una característica de la metodología propuesta; si bien es cierto se habían recomendado tres recursos de resolución esto no da opción a que sean los únicos, ya que los futuros docentes habrían podido elegir otra manera de resolución y no hubiera sido problema para lo que se proponían a realizar. A continuación, se muestra un gráfico de barras en donde se pueden apreciar los resultados de la inclinación de los futuros docentes por desarrollar la situación problemática mediante los recursos recomendados (véase Figura 46).

Figura 46

Datos informativos sobre los recursos utilizados por los futuros docentes para el desarrollo de la situación problemática

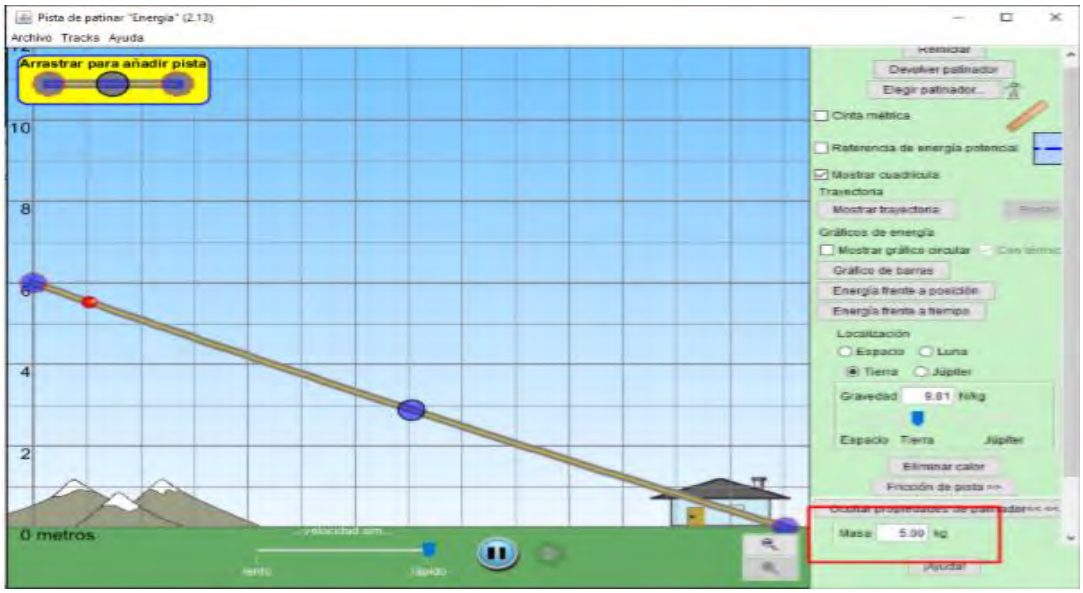


Nota. Elaboración propia.

Según el gráfico presentado en la Figura 46, se puede apreciar que 8 futuros docentes creyeron conveniente desarrollar la situación problemática mediante un experimento casero en donde los materiales son muy fáciles de conseguir, como por ejemplo: tablas, canicas, libros, cartón, papelotes, etc., 7 futuros docentes plantearon que utilizarían el programa Tracker en donde se obtendrían datos más precisos del tiempo con relación a la velocidad en cada instante, 1 futuro docente mencionó que su experimentación estaría basada en un aplicativo educativo llamado “Pista de Patinar”, y un futuro docente (A6) detalló que utilizaría en su comprobación de resultados dos de los recursos propuestos como lo son el experimento casero y el simulador GeoGebra; es decir, realizaría primero la resolución para recoger datos mediante el experimento casero y luego comprobaría mediante el simulador GeoGebra si los resultados eran semejantes. En las siguientes Figuras 47, 48 y 49 se pueden apreciar como ejemplificación el desarrollo de la experimentación propuesta por los futuros docentes.

Figura 47

Experimentación mediante un simulador



Nota. Extraído del informe del futuro docente A1 que utilizó el simulador “Energía Pista de patinaje” PhET. https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_es.html

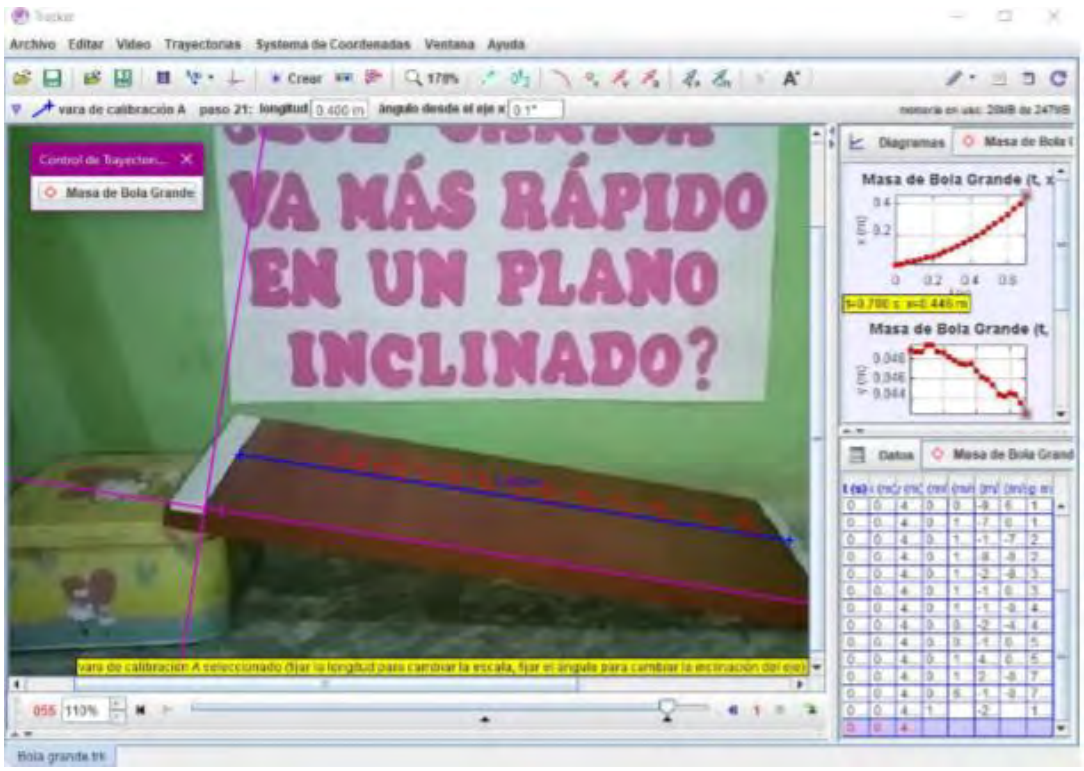
Figura 48

Experimentación mediante un experimento casero

Nota. Extraído del informe del futuro docente A9 que utilizó materiales caseros para construir su plano inclinado.

Figura 49

Experimentación mediante el programa Tracker



Nota. Extraído del informe del futuro docente A7 que utilizó el programa Tracker. https://www.filehorse.com/es/descargar-tracker/

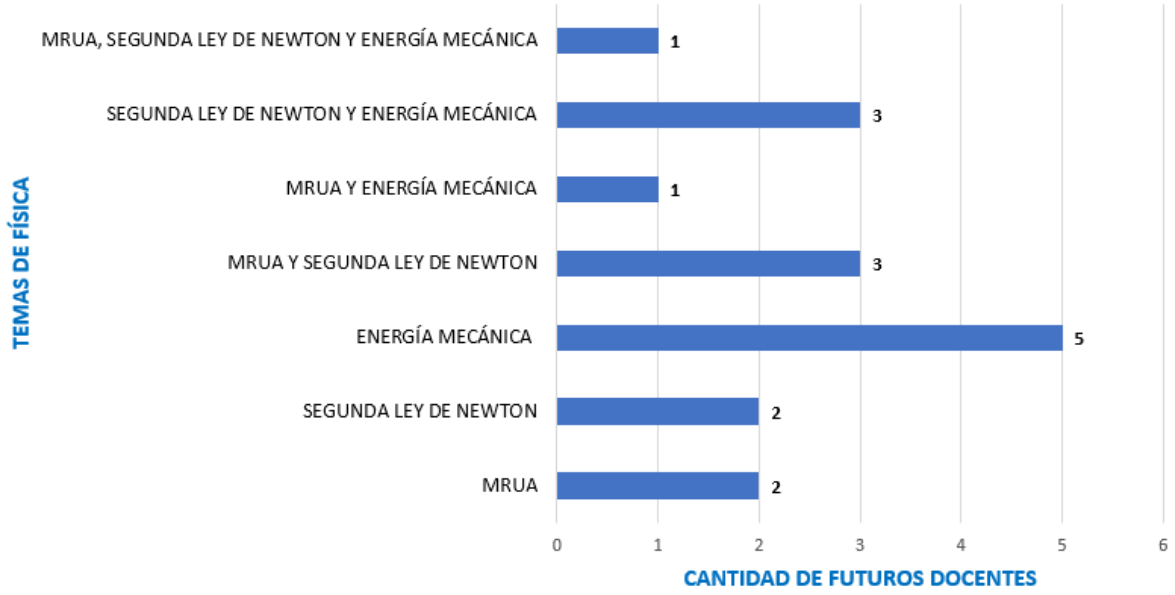
Cabe resaltar que el futuro docente es quien decidió como realizar la resolución del problema y con qué recurso trabajar, como se puede apreciar existen muchas opciones y posiblemente habrían podido experimentar mediante el uso de uno o más recursos, como por ejemplo el caso del futuro docente A6 que creyó conveniente trabajar con dos recursos. Tal vez a algún futuro docente se le habría podido ocurrir emplear los tres recursos propuestos para tener mayor certeza de lo que se le planteó; esto muestra que el futuro docente es el centro de todo el trabajo de la resolución de la situación problemática y es quien indaga y explora lo que cree conveniente.

Para la descripción del proceso que se creyó conveniente en el desarrollo de la situación problemática propuesta, los futuros docentes tuvieron que detallar su procedimiento mediante la asociación a uno de los temas de cinemática (Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado) o de dinámica (Segunda ley de Newton y Energía mecánica); en donde, de acuerdo con las fórmulas para calcular los resultados que deseaban obtener y a los materiales que se han utilizado, se analizó la asociación con uno de esos temas.

En la Figura 50, se presentan los resultados de la asociación de los futuros docentes con los temas de los cuales se podía relacionar para el desarrollo de la situación problemática propuesta.

Figura 50

Datos informativos de la cantidad de futuros docentes asociados a los temas de Física para la resolución de la situación problemática



Nota. Elaboración propia.

El gráfico de la Figura 50, se muestran siete posibles combinaciones de los tres temas de física con los que los futuros docentes pudieron considerar para el desarrollo de la situación problemática; es decir, ellos podían elegir un solo tema en específico, dos de los temas o tal vez los tres presentados.

El criterio para esta asociación es de manera autónoma y con lo que ellos plantearon que podían ser temas fundamentales para dar respuesta a la indagación de la situación problemática presentada.

Los resultados obtenidos en este gráfico muestran una cantidad mayor en la asociación con solo el tema de Energía mecánica, teniendo 5 futuros docentes (A1, A2, A3, A7 y A10); luego, se obtiene a la combinación de los temas de Segunda ley de Newton con Energía mecánica y la combinación de MRUA con Segunda ley de Newton con 3 futuros docentes cada uno, para el caso de la combinación de los temas de Segunda ley de Newton con Energía mecánica los futuros docentes que creyeron conveniente su resolución con estos temas son A4, A9 y A15, para el caso de la combinación de los temas de MRUA con Segunda ley de Newton los futuros docentes que realizaron el proceso del desarrollo con estos temas son A5, A12 y A14.

Después, se encuentran solo temas independientes como Segunda ley de Newton y MRUA con dos futuros docentes cada uno, para Segunda ley de Newton su preferencia independiente a este tema fue por parte por los futuros docentes A6 y A17; para MRUA los futuros docentes que eligieron solo este tema fueron A11 y A16. Por último, se encuentran tomados en cuenta con un futuro docente cada uno las combinaciones de los temas de MRUA y Energía mecánica por el futuro docente A8 y la combinación de los tres temas MRUA, Segunda ley de Newton y Energía mecánica por el futuro docente A13.

Por otro lado, en esta parte de la descripción del proceso también se ha creído conveniente especificar como fundamental la variable independiente de la cual también se iba a tomar como referencia para la realización del proceso y la obtención de datos. Según lo manifestado en la descripción de cada informe el 70.6 % de los futuros docentes (A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A15 y A16) manifestaron que su variable independiente es la masa de los móviles que hacen el recorrido (canicas, cajas de fósforos, etc.), en donde se iba a tener más de una canica para realizar la experimentación, algunas ideas citadas de los futuros docentes se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24

Ejemplificaciones de propuestas mostradas por los futuros docentes sobre la variable independiente

Futuros docentes	Ejemplificación
A1	Luego cambiamos la masa de la canica, sin modificar el coeficiente de fricción, y experimentamos.
A2	Lanzaré las canicas una a una y mediré el tiempo que tarda en bajar por el plano inclinado y con los datos obtenidos calcularé las energías potencial, cinética y mecánica. También calcularé la aceleración y a velocidad de cada canica.
A13	Vacío dos cajas de fósforos, una se quedará vacía y otra será rellenada con 10 monedas de un nuevo sol.

Nota. Extraído de los informes de los futuros docentes A1, A2 y A13.

En el apartado de observaciones y datos, los futuros docentes trataron de responder a las dos siguientes preguntas: ¿de qué me he dado cuenta? y ¿qué he observado?; en esta parte cada uno de ellos realizó un registro de los datos más relevantes que les permitió realizar cálculos o especificaciones pertinentes para ser analizados; más de la mitad de estos trataron de estructurar sus datos mediante tablas referenciales con los datos o mostrar sus cálculos realizados mediante la aplicación de las fórmulas. Los futuros docentes utilizaron los recursos con los que contaban, los que realizaron su resolución mediante un experimento casero tuvieron que aplicar las fórmulas que se involucran con sus temas propuestos luego de conocer algunas medidas; los que desarrollaron su resolución mediante el programa Tracker o algún aplicativo educativo, tuvieron la facilidad de evidenciar y registrar los datos que se obtuvieron en estos recursos aplicativos. Algunos ejemplos de las tablas del registro de datos mediante el cálculo a través de las fórmulas de los temas (que han sido adaptados por los mismos futuros docentes) y mediante la proporción de los programas tecnológicos como Tracker y aplicativos tecnológicos, se presentan en las Figuras 51, 52 y 53.

Figura 51

Tabla de registro de datos del tiempo frente a cada pelota propuesta por el futuro docente A6

Pelota de plástico	Pelota anti estrés	Canica
3.60	3.33	3.14
3.72	3.27	3.03
4.05	3.39	3.07
3.91	3.46	3.11
3.86	3.27	3.08
3.99	3.26	3.03

Nota. Extraído del informe presentado por el futuro docente A6.

Figura 52

Tabla de registro de datos de la Energía mecánica de una de las bolas propuestas por el futuro docente A7

ANÁLISIS DE LA BOLA MEDIANA							
t (s)	x (m)	y (m)	Vx (m/s)	ax (m/s2)	Ec (kg*m2/s2)	Ep (kg*m2/s2)	Em (kg*m2/s2)
0.06669	0.02136	0.04896	0.04155	0.26402	0.00001	0.00196	0.00197
Área del gráfico	0.02237	0.05076	0.05040	3.79494	0.00003	0.00203	0.00206
0.13388	0.02475	0.05573	0.27326	3.73487	0.00018	0.00223	0.00241
0.16662	0.04057	0.04308	0.37266	1.40410	0.00039	0.0016	0.00199
0.19995	0.04937	0.03992	0.30206	- 0.73937	0.00019	0.00161	0.0018
0.23328	0.06071	0.04022	0.34563	1.16937	0.00024	0.00157	0.00181
0.26661	0.07241	0.03919	0.37300	1.27493	0.00028	0.0015	0.00179
0.29995	0.08557	0.03762	0.42773	1.43942	0.00037	0.00149	0.00186
0.33389	0.10118	0.03722	0.47519	1.64205	0.00045	0.00144	0.0019
0.36663	0.11726	0.03609	0.53545	0.51025	0.00058	0.00139	0.00197
0.40000	0.13658	0.03486	0.52896	0.14366	0.00056	0.00138	0.00194
0.43337	0.15256	0.03455	0.51372	0.63530	0.00053	0.00134	0.00187
0.46673	0.17086	0.03361	0.57944	1.78790	0.00067	0.00128	0.00195
0.50060	0.19152	0.03201	0.63202	1.28116	0.00080	0.00127	0.00207
0.53393	0.21333	0.03182	0.67396	0.37226	0.00091	0.00126	0.00216
0.56665	0.23603	0.03141	0.66535	0.06769	0.00089	0.0012	0.00209
0.60061	0.25770	0.02998	0.65799	- 3.32506	0.00087	0.00111	0.00198
0.63393	0.28030	0.02780	0.48482	- 6.40515	0.00048	0.00098	0.00147
0.66666	0.28972	0.02459	0.18798	- 6.57340	0.00015	-	0.00015

Nota. Extraído del informe presentado por el futuro docente A7 donde especifica que la tabla es proporcionada por el programa Tracker.

Figura 53

Tabla de registro de datos del tiempo frente a los móviles propuestos por el futuro docente A1

Tabla 1.

Masa (kg)	Coeficiente de fricción	Tiempo (s)
5	poco	2.9
10	poco	2.9
20	poco	2.9
50	poco	2.9

Tabla 2.

Masa (kg)	Coeficiente de fricción	Tiempo (s)
5	mucho	4.2
10	mucho	4.2
20	mucho	4.2
50	mucho	4.2

Nota. Extraído del informe presentado por el futuro docente A1 donde especifica que la tabla es adaptada de la información del aplicativo educativo "Energía Pista de patinaje" PhET. https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_es.html.

Como se puede apreciar de los ejemplos del registro de los datos, las tablas muestran que los futuros docentes trataron de buscar la manera de cómo evidenciar los datos registrados en su resolución de la situación problemática. Es importante mencionar que, todos los futuros docentes registraron sus datos medidos de manera directa como las medidas de las rampas del plano inclinado, la altura del plano, la masa de las canicas, etc.; estos, medidos durante la construcción del plano inclinado. Los futuros docentes que creyeron conveniente desarrollar la situación problemática mediante un experimento casero (como el caso del futuro docente A6), además de los datos directos con los que contaban, registraron sus datos obtenidos mediante los cálculos de la aplicación de las fórmulas de los temas. Para el caso de los futuros docentes que utilizaron un aplicativo tecnológico como el programa Tracker o aplicativo educativo (como el caso de los futuros docentes A1 y A7), tuvieron la facilidad de poder contar con tablas de registro de datos más exactos que les brindaban estos aplicativos, por lo que tuvieron mejores datos a diferencia de los que trataron de calcular datos de manera visual o analítica.

En el apartado de obtención de resultados, los futuros docentes tuvieron como referencia dar respuesta a las preguntas: ¿qué medidas he tomado?, ¿qué datos he obtenido?, en donde estos respondieron conforme lo que plantearon respecto a sus variables dependientes, independientes y de control; las medidas que realizaron fueron antes y durante la elaboración de sus estrategias, recursos o herramientas que pudieron emplear; los datos obtenidos fueron registrados mediante los cálculos de aquellas medidas que quisieron conocer o a través del análisis de resultados arrojados por los recursos tecnológicos como Tracker y aplicativos educativos.

4.1.5 *Resultados de la fase 5 "Análisis de resultados"*

En la fase 5 de la MRPI, que respecta al análisis de resultados, lo que se esperaba de los futuros docentes es que respondieran a 3 preguntas sobre lo que habían percibido durante la experimentación para dar solución a la situación problemática planteada; estas preguntas se muestran a continuación:

- ¿Siempre ocurre lo mismo?
- ¿Los resultados respaldan mi hipótesis?
- ¿A qué conclusiones he llegado?

Con respecto a la primera pregunta, el 64.71 % de los futuros docentes (11 de ellos) respondieron en sus informes a esta pregunta, manifestando de acuerdo con lo que habían experimentado y observado durante todo el proceso de la fase 4 de la MRPI. Este apartado de la quinta fase sirve para entender mejor el diseño experimental de cada uno, ya que brindaron una explicación resumida de lo que plantearon. A continuación, se presenta en la Tabla 25 algunas ejemplificaciones que expresaron los futuros docentes en sus informes.

Tabla 25

Ejemplificaciones de la primera pregunta de la fase 5 de la MRPI: "¿siempre ocurre lo mismo?"

Futuros docentes	Ejemplificaciones
A5	En todos los casos (cinco) que repetimos el movimiento de las canicas, la canica A fue más rápida que la canica B; y de acuerdo a nuestros cálculos pudimos reforzar lo obtenido experimentalmente.
A6	Se obtuvo la misma aceleración para las tres pelotas no dependió de cuán grande o pequeña sean las pelotas cuando se inicia con una misma velocidad y sin considerar la fuerza de rozamiento no se logrará ver cuál pelota es más rápida. Además deben incrementar su velocidad muy por encima de las otras pelotas para que vaya más rápido y eso depende si aceleran o desaceleran en su recorrido. La velocidad inicial tienen que ser distintas en el movimiento de las pelotitas. Si los ángulos del plano inclinado son distintos la aceleración es distinta en cada una de las pelotas.
A11	Después de analizar los gráficos del recorrido de ambas canicas, observamos que la primera de vidrio terminó el recorrido del plano inclinado en un tiempo de 2 segundos con una velocidad de 0.77m/s, recordemos que este tiene una masa de 100g; con respecto a la segunda canica compuesta por hierro, contaba con un peso de 120g, terminó el recorrido del plano inclinado en un tiempo de 1.87 segundos con una velocidad final de 0.90m/s.
A12	Podemos afirmar que: • A mayor altura del plano inclinado la normal de la masa aumentará. o La aceleración va a depender de la altura que tiene el plano inclinado o La velocidad final va a depender del ángulo de inclinación con la que se encuentre el plano inclinado.

Nota. Ejemplificaciones citadas de los informes de los futuros docentes: A5, A6, A11 y A12.

En estas ejemplificaciones mostradas en la Tabla 25, se puede apreciar que los futuros docentes trataron de dar una explicación detallada de lo que pudieron observar y comprobar si siempre sucede lo mismo durante su experimentación, cada uno trató de manifestar lo ocurrido asociando esto a lo que habían realizado en las fases anteriores y más directamente con la asociación del tema elegido y las hipótesis planteadas.

Con respecto a la segunda pregunta, el 76.5 % de los futuros docentes (13 de ellos) respondieron a esta pregunta en sus informes presentados, donde trataron de explicar si las hipótesis que plantearon eran acertadas o refutadas de acuerdo con la experimentación que han realizado. En la Figura 54 se muestran los análisis de los futuros docentes respecto a si sus hipótesis eran acertadas, rechazadas o si es que habían planteado más de dos pueda que algunas eran refutadas y otras rechazadas.

Figura 54

Porcentajes del análisis de los futuros docentes respecto a sus hipótesis planteadas

Nota. Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 54, los análisis de los futuros docentes con respecto a sus hipótesis planteadas tuvieron porcentajes relevantes, el 61.5 % (8 futuros docentes) establecieron que sus hipótesis eran acertadas, el 30.8 % (4 futuros docentes) interpretaron que sus hipótesis eran refutadas y un 7.7 % (1 futuro docente) manifestó que de sus hipótesis algunas fueron refutadas y otras rechazadas. Cabe aclarar que estos porcentajes fueron de los 13 futuros docentes (76.5 % del total) los cuales presentaron en sus informes este apartado. En la siguiente Tabla 26, se muestran las ejemplificaciones de algunas hipótesis que los futuros docentes consideran acertadas, refutadas y combinadas (acertadas y refutadas).

Tabla 26

Ejemplificaciones de las hipótesis consideradas como acertadas, refutadas y combinadas (acertadas y refutadas)

Hipótesis	Ejemplificaciones
Acertadas	"Podemos afirmar que la hipótesis anteriormente planteada (la canica que se desplazó más rápido es la que está en la resbaladora de mayor ángulo), ya que logro [*sic*] hacerlo en 3,7 segundos, mientras que la canica que se desplazó por la resbaladora de 3° es la que mayor tiempo utilizo [*sic*]para desplazarse que fueron 4,6 segundos". (A14)
Refutadas	"Después de realizar el experimento puedo comprobar que mi hipótesis no se ha demostrado, al contrario, ha sido refutada, en comienzo pensaba que la canica que tiene mayor volumen y masa se desplazaría un con mayor rapidez, lo cual no fue correcto. Ante los resultados obtenidos, he comprendido el fenómeno, lo he comprobado experimental y numéricamente. Me surgen preguntas como las siguientes ¿Qué pasa si cambio las canónicas [*sic*] por anillos?, que pasará si trabajo con esferas super livianas con otras más pesadas?". (A4)
Acertadas y Refutadas	"Respecto a la primera hipótesis de "Las canicas con mayor masa irán más rápido", resultó no ser verdadera, pues la masa no es una variable que intervenga en la velocidad que pueda adquirir una canica. La segunda hipótesis resultó verdadera, pues, efectivamente, cuando menor es la fricción entre los cuerpos en contacto, la canica irá más rápido". (A1)

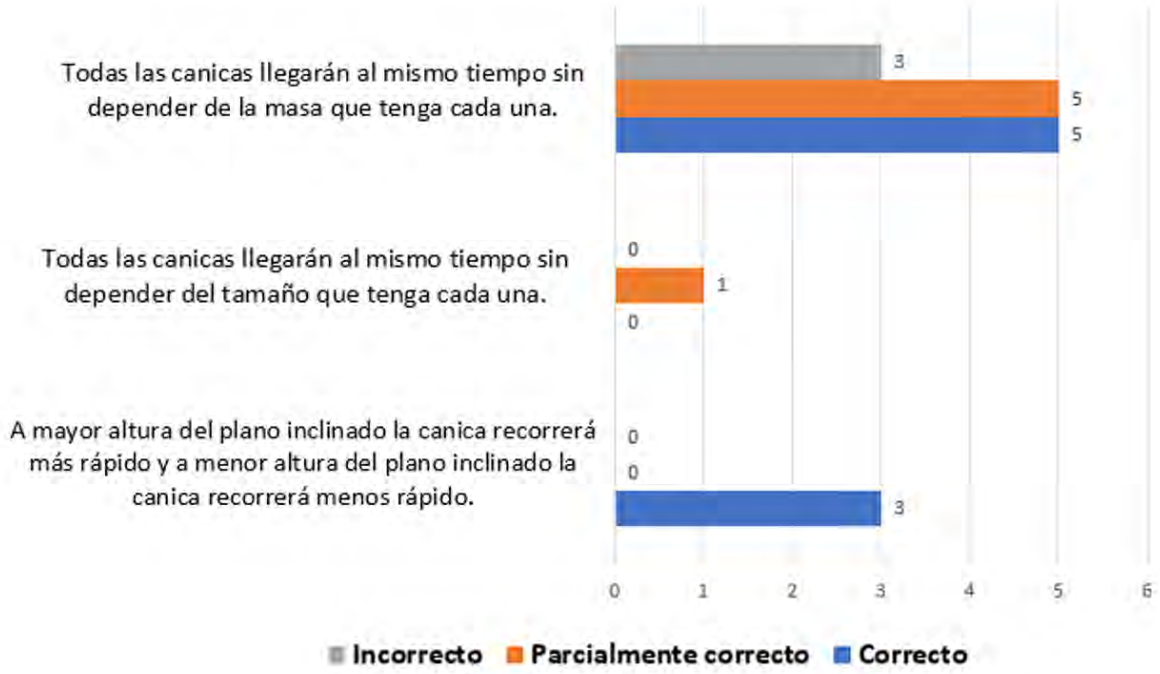
Nota. Ejemplificaciones extraídas de los informes presentados por los futuros docentes: A14, A4 y A1.

En la Tabla 26, se pueden apreciar los ejemplos de tres citas realizadas a los futuros docentes A14, A4 y A1, donde se detallan las interpretaciones de las hipótesis: acertadas, refutadas y combinadas (acertadas y refutadas). Cada interpretación es producto de todo lo visto durante la realización de la experimentación y de la cual pudieron dar respuesta a la situación problemática planteada para este trabajo.

Con respecto a la tercera pregunta, en donde se tienen las conclusiones y la respuesta de la situación problemática, todos los futuros docentes presentaron sus conclusiones. Esta tercera pregunta se relaciona directamente con la Tabla 5, en donde se muestran las respuestas verídicas que se esperaba que los futuros docentes comprobaran respecto a sus hipótesis planteadas. En la Figura 55, se muestra de manera detallada las cantidades alcanzadas por cada sustentación de las conclusiones de los trabajos de los futuros docentes para dar respuesta a la situación problemática planteada.

Figura 55

Evaluación de las conclusiones presentadas por los futuros docentes respecto a lo que se esperaba que comprueben



Nota. Elaboración propia.

Según lo mostrado en la Figura 55, las conclusiones correctas fueron 8, lo que representa un 47 % de todos los futuros docentes; 6 de estos dieron una respuesta parcialmente correcta, lo que representa un 35 % del total; por último, las conclusiones emitidas de manera incorrecta solo fueron de 3 futuros docentes lo que representa un 18 %. La respuesta a la situación problemática: "¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?" se podría decir que fue interpretada y sustentada por la mayor parte de los futuros docentes, pero que en algunos faltó una mayor interpretación de los resultados y tener en cuenta los posibles errores que se pudieron presentar durante la experimentación; estas causas que no permitieron a los futuros docentes tener buenos resultados va directamente con la interpretación de la situación problemática, ya que como expresan Calderón et al. (2009) es verdad que esta situación problemática sirve para encontrar la rapidez con la que se deslizan cuerpos rodantes, pero muchas veces no se toma en cuenta que estos cuerpos presentan inercia y que cuando se construye un plano inclinado la rampa por la que se deslizan estos tiene un contacto donde hay fuerza de roce; es por ello por lo que muchas veces los resultados no son exactos o se tienen errores experimentales. Por otro lado, Gutiérrez (s.f.) indica que otra de las dificultades que se tienen es que, al momento del análisis de los resultados, en algunas ocasiones el valor que se predice en un primer momento difiere con el valor experimental, y esto pasa cuando mucho se simplifica la situación problemática y no se toman en cuenta errores de medición.

En la Tabla 27, se muestran las ejemplificaciones de la evaluación de las conclusiones respecto a lo que se esperó que comprobaran con respecto a la situación problemática, en la cual se citan las conclusiones de algunos futuros docentes.

Tabla 27

Ejemplificaciones y justificaciones de la evaluación de las conclusiones para dar respuesta a la situación problemática

Clasificación	Ejemplificación	Justificación
Conclusión correcta	"He llegado a la conclusión que el movimiento de una canica en un plano inclinado no depende de su masa o volumen, sino simplemente del ángulo del plano y de la distancia que tiene el plano inclinado. Además, si dos esferas (o las que se quiera), se dejan rodar en un plano inclinado desde una misma altura, estas tendrán la misma velocidad en cualquier punto. Por lo tanto, toda esfera va con la misma rapidez en un plano inclinado" (A4).	Se clasificó como correcta debido a que llega a la conclusión de que no depende de la masa o tamaño de las canicas, sino que del ángulo de inclinación del plano donde se lleva a cabo la experimentación.
	"La hipótesis ha sido comprobada entonces a través la aceleración, analizado por el programa Tracker, apoyada por la ayuda visual que proporciona Excel en sus gráficas las tres tienen una misma aceleración, la diferencia es la distancia que recorre producto a su masa" (A8).	Se clasificó como correcta debido a que analiza mediante los datos proporcionados en el programa Tracker que las canicas tienen la misma aceleración independiente de la masa que poseen estas.
Conclusión parcialmente correcta	"Respecto a mi hipótesis, "la pelota con mayor masa será más rápida" los resultados que obtuve con mi experimento y el simulador plano inclinado en Geogebra no lo respaldaron ya que la rapidez no depende de solamente de la masa sino de las fuerzas que están en contra, las velocidades iniciales, y el ángulo del plano inclinado" (A6).	Se clasificó como parcialmente correcta debido a que la conclusión que emite no presenta una seguridad total de lo que ha obtenido, pero sí especifica que la velocidad depende del ángulo del plano inclinado, las velocidades iniciales y de la fuerza de rozamiento, aunque no lo comprueba experimentalmente.
	"Se llega a determinar que la superficie si determina la masa necesaria para que el móvil se desplace por la superficie. En este caso la hipótesis es refutada ya que el tipo de superficie más adecuado es el corcho debido a las condiciones y las características propias del problema. Con ello también se determina la fuerza necesaria para que se realice el movimiento, además de la velocidad que llega a tener el objeto. Se debe tener en cuenta el margen de error de los instrumentos empleados, así como del investigador" (A17).	Se consideró como parcialmente correcta debido a que no ha realizado la experimentación que se deseaba que siga respecto al desarrollo de la situación problemática, pero lo que ha realizado es entendible y tiene fundamentación respecto a los datos presentados. Además, detalla que la rapidez depende de la fuerza de rozamiento de la rampa del plano inclinado y es consciente que existe un margen de error durante la experimentación.

(continúa)

Clasificación	Ejemplificación	Justificación
	"El cuerpo que tiene menos peso siempre irá más rápido" (A13).	Se consideró como incorrecta debido a que no especifica con datos su conclusión, además la conclusión a la que llega no es verdadera.
Conclusión Incorrecta	"Que la aceleración que adquiere la canica en el movimiento en un plano inclinado no depende de la masa de la canica. La fuerza de rozamiento es quien determina cuál es la canica más rápida. La masa de las canicas influye en la fuerza de rozamiento, pues como sabemos la fuerza de rozamiento es el producto del coeficiente de rozamiento de los materiales por la normal, que a su vez es el producto de la masa por la aceleración por el coseno del ángulo que está inclinado el plano" (A5).	Se consideró como incorrecta debido a que su conclusión se contradice en su explicación, habla de que la masa no afecta directamente en la aceleración, pero cuando habla de la fuerza de rozamiento menciona que la masa de las canicas es necesaria para determinar esta fuerza de rozamiento, esto genera confusiones al momento de determinar una respuesta para la situación problemática.

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 27, muestra las conclusiones a las que llegaron los futuros docentes en donde se tuvo una clasificación de la evaluación para dar respuesta a la situación problemática: "¿qué canica va más rápido en un plano inclinado?", los porcentajes alcanzados son interesantes, ya que se puede mencionar que la mayor parte de los futuros docentes tuvieron ideas de cómo desarrollar dicha situación problemática.

4.2 Evaluación y discusión de resultados de las capacidades de las competencias del área de Ciencia y Tecnología mediante la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020)

En este apartado de este trabajo de investigación se realiza la evaluación de las capacidades de dos de las tres competencias del área de Ciencia y Tecnología, estas mediante sus capacidades que comprende cada una:

- Competencia: Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.
  - Problematiza situaciones
  - Diseña estrategias para hacer indagación
  - Genera y registra datos e información
  - Analiza datos e información
  - Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación
- Competencia: Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.
  - Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.

Estas capacidades fueron evaluadas aplicando las rúbricas planteadas en el capítulo 3 donde cada una presenta los criterios considerados y su respectivo puntaje. Luego de interpretar lo

presentado en los informes de cada futuro docente, se procedió a determinar el nivel de logro de cada capacidad mediante la rúbrica propuesta por Setiawan y Sugiyanto (2020). Esta rúbrica para determinar el nivel de logro se muestra a continuación:

Tabla 28

Rúbrica para la evaluación del nivel de logro de cada capacidad de las competencias del área de Ciencia y Tecnología

Criterios de logro	Porcentaje
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).

Se consideró realizar la evaluación mediante esta rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) porque su escala en cuanto a los criterios establecidos es más relevante, ya que cada criterio tiene un 20 % de amplitud, lo que hace que sea parcial en sentidos de evaluación.

Antes de empezar la evaluación de las capacidades de las competencias: "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" y "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo", se debe tener presente la relación que estas tienen con las fases que propone la MRPI, esta relación se detalla en la siguiente Tabla 29.

Tabla 29

Relación de las fases de la MRPI y las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología

Fases de la MRPI	Capacidades del área de Ciencia y Tecnología
Fase 1. Análisis cualitativo	Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo
Fase 2. Emisión de hipótesis	Problematiza situaciones
Fase 3. Diseño de estrategias de resolución	Diseña estrategias para hacer indagación
Fase 4. Resolución del problema	Genera y registra datos e información
Fase 5. Análisis de resultados	Analiza datos e información
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación
	Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo

Nota. Elaboración propia tomando como referencia al MINEDU (2016, pp. 177-184) y Rodríguez-Arteche (2018).

La Tabla 29, muestra detalladamente la relación que existe entre las capacidades que se evalúan del área de Ciencia y Tecnología con las fases de la MRPI, lo que posibilita que esta evaluación sea importante y pueda mostrar datos relevantes de los puntajes alcanzados aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020).

4.2.1 *Evaluación de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos"*

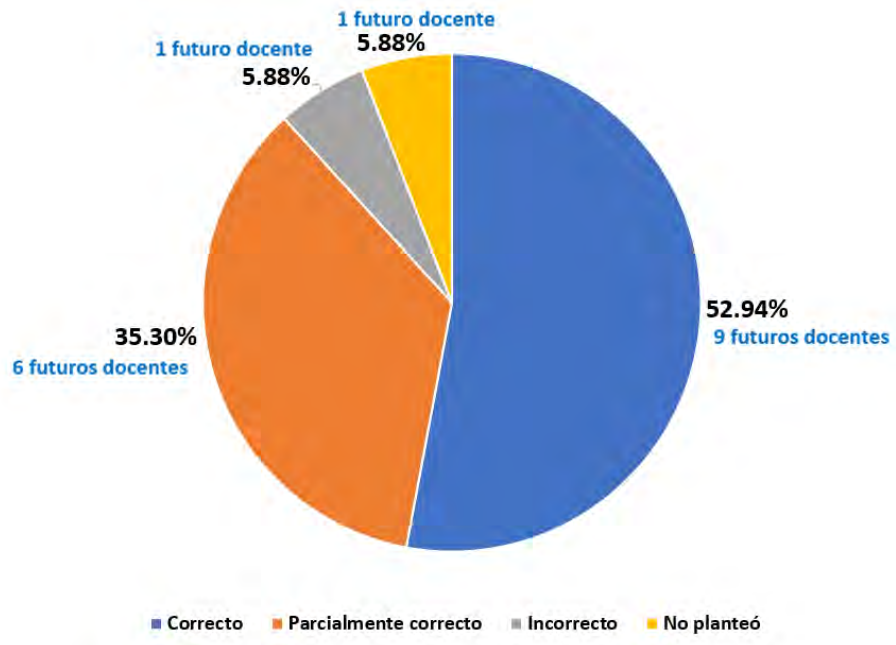
En este apartado, se evalúan las capacidades de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos", donde se toman en cuenta las rúbricas planteadas anteriormente en el capítulo 3, se calculan los porcentajes alcanzados y se detallan los niveles de logro de las capacidades de dicha competencia aplicando la rúbrica de Setiawan y Suyiganto (2020).

4.2.1.1 Capacidad: Problematiza situaciones. Respecto a la evaluación de la primera capacidad "problematiza situaciones", se evaluaron tres apartados de los que se comprenden en la MRPI: reformulación de la pregunta investigable, planteamiento de hipótesis y planteamiento de variables, estas de las fases de la MRPI: análisis de datos y emisión de hipótesis. Las evaluaciones fueron determinadas empleando las rúbricas de las Tablas 7, 8 y 9.

4.2.1.1.1 Reformulación de la pregunta investigable. Para la evaluación de este apartado se aplicó la rúbrica de la Tabla 7, en donde se tuvo en consideración lo presentado por cada futuro docente en su informe. Los porcentajes alcanzados se muestran en la Figura 56.

Figura 56

Porcentajes de la evaluación de la reformulación de la pregunta investigable de los futuros docentes



Nota. Elaboración Propia.

Luego de obtener estos porcentajes, se calculó el puntaje logrado sumando los totales de las multiplicaciones de las cantidades de correctas (C), parcialmente correctas (PC) e incorrectas (I) con sus respectivas designaciones de puntos. La fórmula aplicada fue la siguiente:

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 9 x (1 punto) + 6 x (0.5 puntos) + 1 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 12 puntos

Al aplicar la fórmula se obtuvo el puntaje de 12 puntos, por lo cual se tuvo que calcular el porcentaje alcanzado para poder situarlo en uno de los criterios de logro de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020); por lo que, teniendo como referencia que si todo hubiera sido correcto el puntaje obtenido sería de 17 puntos, entonces realizando los cálculos el porcentaje alcanzado para este primer apartado fue de un 70.6 % (véase Tabla 30).

Según la Tabla 30, el criterio alcanzado del apartado reformulación de la pregunta investigable fue "Bueno" teniendo un porcentaje de 70.6 %. Este criterio alcanzado permite entender que la mayor parte de los futuros docentes supo reformular preguntas que conllevaron a una investigación y que, como analizan Furman et al. (2013), se "revela la importancia del manejo de los saberes conceptuales asociados a los fenómenos a explorar como elemento central en la posibilidad de plantear preguntas investigables" (p. 7), ya que en la presente investigación se les pidió a los futuros docentes que, en primer lugar, desarrollen los conceptos clave involucrados en la actividad.

Tabla 30

Nivel de logro del apartado reformulación del problema (Fase Análisis de datos de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Problematiza situaciones**
Puntaje obtenido	12 puntos
Porcentaje de logro	70.6 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para el apartado reformulación del problema.

Por otro lado, al realizar la comparación con otros trabajos de investigación, el porcentaje obtenido por Tello (2022) de la evaluación del mismo apartado, en donde también se siguió la MRPI y se evaluó con la misma rúbrica, este refleja un 88.9 % ubicándose en el criterio de logro "Muy bueno"; tomando en cuenta las dos investigaciones, se puede afirmar que este apartado "reformulación de la pregunta investigable" es fundamental para los trabajos de investigación donde se plantee una situación problemática, ya que se obtiene un porcentaje alto de logro. Si bien es cierto, los porcentajes alcanzados en este apartado no son idénticos y en el presente trabajo se logró alcanzar un criterio de logro "Bueno". Aunque el nivel de logro "Bueno" es un resultado importante, un análisis más detallado de la Figura 56 muestra que solo un 52.94 % de los futuros docentes reformulan el problema a investigar de manera correcta, esto puede deberse a que como lo señalan Edelsztein y Galagovsky

(2021), el profesorado debe haber desarrollado en sus estudiantes esta competencia y que puede haber potenciado durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para así lograr que estos puedan tener la facilidad de reformular preguntas investigables. De otra parte, hay un porcentaje menor pero relevante del 47.06 % de los futuros docentes que no reformulan el problema de manera correcta, un motivo como señalan Rojas et al. (2020), es que se plantean mayormente preguntas de explicación causal más no de comprobación, además la poca reformulación de la pregunta investigable puede darse debido a que en algunos casos se presenta una sola situación problemática.

En la Tabla 31, se muestran las ejemplificaciones de la reformulación de la pregunta investigable, teniendo en cuenta la justificación de la evaluación de cada una siguiendo los criterios establecidos, los porcentajes alcanzados se detallaron en la Figura 49 y el nivel de logro se presentó en la Tabla 30.

Tabla 31

Ejemplificación y justificación de la evaluación para la reformulación de la pregunta investigable

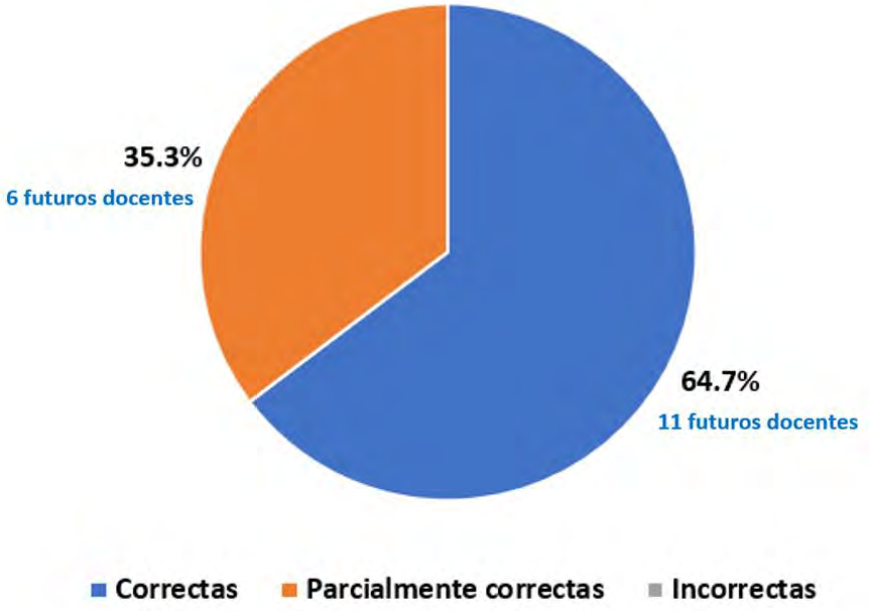
Criterios considerados	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	"¿Dependerá de la altura que tiene el plano inclinado (45 cm, 39cm y 29cm), para que el recorrido de una canica sea más rápido?" (A12)	Se consideró correcto debido a que el planteamiento de la pregunta investigable lleva a una experimentación de las cuales se relaciona directamente con lo que pide la situación problemática planteada.
Parcialmente correcto	"¿Cuál será más rápida una canica, una pelotita anti estrés o una pelotita de plástico, en un plano inclinado con superficie lisa?" (A6)	Se consideró parcialmente correcta debido a que la pregunta investigable lleva a una experimentación, pero no especifica si la variable independiente es la masa o tamaño de las pelotitas.
Incorrecto	"¿Qué tipo de superficie determina la masa necesaria para que un móvil se deslice sobre una superficie? ¿En qué medida el tipo de superficie, con ello el coeficiente de rozamiento, determina la masa necesaria para que un móvil de masa 1 se deslice sobre una superficie que posee un ángulo de inclinación de 40°?" (A17)	Este planteamiento se consideró incorrecto debido a que la pregunta investigable se ha planteado con el objetivo de calcular el coeficiente de rozamiento más no de lo que se pide en el planteamiento de la situación problemática.

Nota. Para las ejemplificaciones se citaron las reformulaciones de las preguntas investigables de los futuros docentes: A12, A16 y A17.

4.2.1.1.2 Planteamiento de hipótesis. Para este apartado en el cual se evaluó de la capacidad "problematiza situaciones", los criterios que se establecieron estuvieron relacionados con la pregunta investigable y al diseño experimental donde se aplicó la rúbrica designada de la Tabla 8. A continuación, se muestran los porcentajes alcanzados de la evaluación de este apartado que concierne al planteamiento de las hipótesis (véase Figura 57).

Figura 57

Porcentajes de la evaluación del planteamiento de las hipótesis de los futuros docentes



Nota. Elaboración propia.

Luego de haber obtenido los porcentajes presentados en la Figura 57 se calculó el puntaje logrado en este apartado, para este caso se determinó la siguiente fórmula:

Puntaje logrado = C x (2 puntos) + PC x (1 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 11 x (2 puntos) + 6 x (1 puntos) + 0 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 28 puntos

Al aplicar la fórmula anterior se obtuvo el resultado de 28 puntos; esto se tenía que pasar a un porcentaje para designarlo en uno de los criterios de logro de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020); por lo que, teniendo en cuenta que el máximo de puntaje que se podría haber alcanzado era de 34 puntos, entonces el porcentaje alcanzado es 82.4 % (véase Tabla 32).

Tabla 32

Nivel de logro del apartado planteamiento de las hipótesis (Fase Emisión de hipótesis de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Problematiza situaciones**
Puntaje obtenido	28 puntos
Porcentaje de logro	82.4 %
Criterio al que pertenece	Muy bueno (80 % - 100 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para el apartado planteamiento de las hipótesis.

Según lo que presenta la Tabla 32, el criterio de logro del apartado planteamiento de hipótesis es "Muy bueno" teniendo un porcentaje de 82.4 %; lo que indica que 11 futuros docentes tuvieron un puntaje correcto y 6 parcialmente correcto; esto permite entender que en este apartado no hubo ningún futuro docente que tenga puntaje cero y que estos al menos saben plantear hipótesis.

Estos resultados son menores a los encontrados por Martínez-Aznar y Varela (2009), en donde obtuvieron un 91 % de planteamiento correcto de emisión de hipótesis, pero son mayores al 69 % de futuros docentes que no pudieron formular hipótesis (Germann y Aram, 1996, como se citó en Ercan y Tasdere, 2011).

En la siguiente Tabla 33, se expresan algunas ejemplificaciones de la evaluación que se consideró para este apartado.

Tabla 33

Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis

Criterios considerados	Futuros docentes	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	A9	La canica que recorre más rápido el plano inclinado es la que más se aproxima al ángulo de 90°	Se consideró correcto debido a que la hipótesis emitida está directamente relacionada con la pregunta investigable y con el diseño experimental que se propone, además refleja las variables: dependiente e independiente.
Parcialmente correcto	A1	✓ Las canicas con mayor masa irán más rápido. ✓ A menor fricción las canicas irán más rápido.	Se consideró parcialmente correcto debido a que las hipótesis se relacionan con el diseño experimental, pero no con la pregunta investigable; en este caso, el futuro docente se propone a comprobar dos hipótesis las cuales son válidas en relación con la situación problemática planteada.

Nota. No se muestra ejemplificación de un planteamiento incorrecto de hipótesis debido a que no se han encontrado.

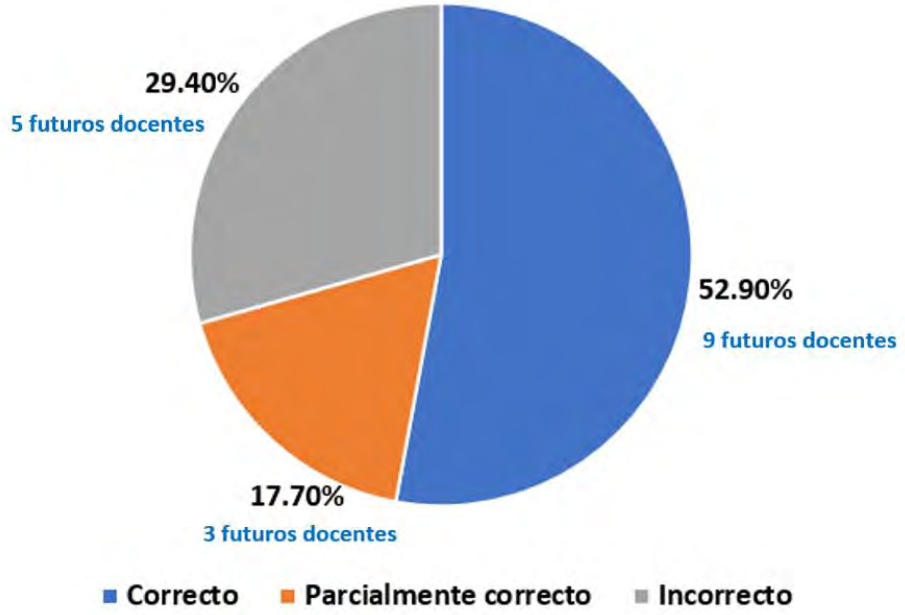
La Tabla 33, muestra una ejemplificación clara de lo que propusieron los futuros docentes, en la cual algunos emitieron más de una hipótesis y otros solo plantearon una; esto, permite aclarar que cuando se presenta una situación problemática no se debe limitar al futuro docente que plantee solo una hipótesis, sino que pueda imaginarse todas las posibles y plantearlas para comprobarlas en la fase de la experimentación, esto enriquece más el trabajo científico que se desarrolla (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices A y B).

4.2.1.1.3 Identificación de variables. En la evaluación de las variables de experimentación, se tuvo en cuenta las tres variables: independiente, dependiente y de control. La rúbrica que se aplicó en esta evaluación es la mostrada en la Tabla 9.

A continuación, se muestra en la Figura 51 con los porcentajes obtenidos según la clasificación de la evaluación (véase Figura 58).

Figura 58

Porcentajes de la evaluación del planteamiento de las variables experimentales de los futuros docentes



Nota. Elaboración propia.

Después de obtener los porcentajes de planteamiento correcto (C), parcialmente correcto (PC) e incorrecto (I) de las variables, se procedió a realizar el cálculo del puntaje logrado teniendo la siguiente fórmula:

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 9 x (1 punto) + 3 x (0.5 puntos) + 5 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 10.5 puntos

Luego de haber aplicado la fórmula que permite calcular el puntaje obtenido de 10.5 puntos para el apartado de identificación de variables, se procedió a calcular el porcentaje alcanzado teniendo en cuenta que la totalidad del puntaje perfecto hubiera sido de 17 puntos, este porcentaje es de 61.8 % donde se obtuvo que 9 futuros docentes tuvieron puntaje de 1 punto y 3 de ellos puntaje parcial de 0.5 puntos. En la siguiente Tabla 34, se detalla el criterio de logro de la rúbrica que se está aplicando para esta investigación.

Tabla 34

Nivel de logro del apartado identificación de variables (Fase Diseño de estrategias de resolución de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Problematiza situaciones**
Puntaje obtenido	10.5 puntos
Porcentaje de logro	62.8 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para el apartado identificación de variables.

Según lo mostrado en la Tabla 34, el criterio alcanzado aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) es de “Bueno” teniendo un porcentaje del 62.8 %; aunque no es un porcentaje muy elevado se podría comparar con el porcentaje del trabajo de investigación de Poma (2022), donde al interpretar sus resultados de los porcentajes máximos se tiene un promedio del 64.4 % para este apartado; esto nos permite entender que, como expresa este autor, existe un adecuado uso del manejo de las variables en relación con la pregunta investigable que se plantea. Por otro lado, el porcentaje de futuros docentes que aún no identifican de manera correcta las variables es debido a que estos se confunden en la identificación de las variables, pensando muchas veces que la variable dependiente es la variable independiente y viceversa, lo cual es similar a lo encontrado por Aydoğdu (2015); esto se evidenció en todos los futuros docentes que tienen puntaje cero, además de que estas variables no tenían relación con la pregunta investigable, el diseño experimental ni con las hipótesis emitidas. En la Tabla 35, se muestran algunas ejemplificaciones de la evaluación que se consideró para este apartado.

Tabla 35

Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de las variables experimentales

Criterios considerados	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	“Variable independiente: las canicas o bolas de acero con diferentes masas Variable dependiente: el tiempo de llegada de cada bola de acero Variable de control: la altura de la caída, la longitud de la tabla.” (A7).	Se consideró correcto porque las variables: independiente, dependiente y de control están bien identificadas y guardan relación con la pregunta investigable, diseño experimental e hipótesis emitidas.
Parcialmente correcto	“Variable independiente: Las canicas (son tres: A, B y C). Variable dependiente: Tiempo, velocidad Variables de control: El ángulo” (A9).	Se consideró parcialmente correcto porque expresa las 3 variables, pero confunde la variable independiente con la variable de control; esto se comprueba en el planteamiento de su pregunta investigable, diseño experimental y la emisión de su hipótesis, donde expresa que su experimentación estaría en relación con cambiar el ángulo del plano.
Incorrecto	“Variable independiente: Tiempo (que tarda en llegar al suelo). Variable dependiente: Masa, coeficiente de fricción. Variables de control: Altura y ángulo del plano; velocidad inicial igual a 0.” (A1).	Se consideró incorrecto porque ha confundido la variable independiente con la variable dependiente y viceversa, ya que el tiempo no podría ser variable independiente o que el futuro docente pueda cambiarlo de manera directa para tener otras magnitudes.

Nota. Para las ejemplificaciones se citaron las variables experimentales de los informes presentados por los futuros docentes A7, A9 y A1.

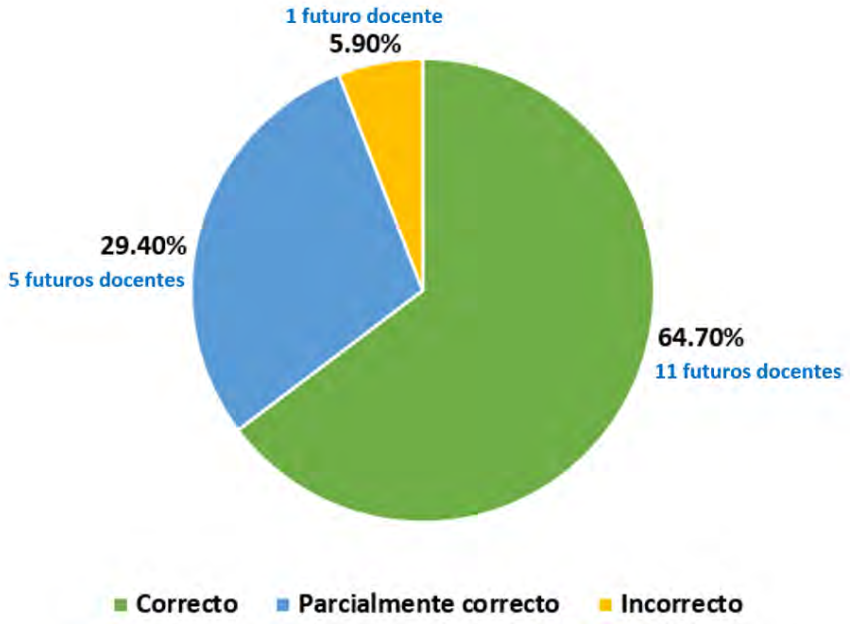
La Tabla 35, muestra una ejemplificación clara de lo que propusieron los futuros docentes, en la cual se evidencia una correcta identificación de las variables, una parcial identificación de estas y una ejemplificación errada de la identificación de las variables, en donde se suele apreciar que tuvieron confusiones respecto a estos tres tipos de variables (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices C, D y E).

4.2.1.2 Capacidad: Diseña estrategias para hacer indagación. En la evaluación de esta capacidad se usó la rúbrica planteada en la Tabla 10, donde se especifican todos los criterios a tener en cuenta.

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes de la evaluación de esta capacidad, la cual fue establecida mediante el análisis del contenido de los informes presentados por los futuros docentes (véase Figura 59).

Figura 59

Porcentajes de la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación"



Nota. Elaboración propia.

Lo presentado en la Figura 59, muestra que el porcentaje más alto es el de planteamiento correcto del diseño experimental con un 64.7 % lo que representa a 11 futuros docentes, y contrario a esto el porcentaje más bajo es el del planteamiento incorrecto con un 5.9 % que representa a un futuro docente (A12) el cual no presentó en su informe el diseño experimental, además cabe aclarar que el 29.4 % que representa a 5 futuros docentes, todos presentaron un diseño experimental claro, detallado y mediante dibujos o imágenes solo que se consideraron parcialmente correctos debido a que no se relacionaba lo que proponían en su diseño experimental con algún criterio como la pregunta investigable, hipótesis o variables.

La fórmula que se planteó para determinar el puntaje de esta capacidad es la que se muestra a continuación entendiendo que “C” es de correcto, “PC” es de parcialmente correcto e “I” es de incorrecto:

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 11 x (1 punto) + 5 x (0.5 puntos) + 1 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 13.5 puntos

Al realizar los cálculos mediante la aplicación de la fórmula presentada se obtuvo un puntaje de 13,5 puntos; por lo que se tuvo que designar un porcentaje para poder determinar el criterio de logro establecido por Setiawan y Sugiyanto (2020); teniendo en cuenta que el máximo puntaje que se hubiera alcanzado sería de 17 puntos se determinó que el porcentaje para esta capacidad de diseña estrategias es del 79.4 % llegando a un criterio de logro según la rúbrica establecida de “Bueno” (véase la Tabla 36).

Tabla 36

Nivel de logro de la capacidad “Diseña estrategias para hacer indagación” (Fase Diseña estrategias experimentales de la MRPI)

capacidad de la competencia “Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos”	**Diseña estrategias para hacer indagación**
Puntaje obtenido	13,5 puntos
Porcentaje de logro	79.4 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para la capacidad diseña estrategias para hacer indagación.

Según lo mostrado en la Tabla 36, el criterio de logro alcanzado aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) es “Bueno” con un 79.4 %. Comparando este resultado con el emitido en el trabajo de Tello (2022) en donde, trabajando con la misma población, la misma metodología y aplicando la misma rúbrica, se alcanzó un 72.2 %; esto refleja que los futuros docentes han desarrollado la habilidad científica respecto al diseño experimental y, como afirman Ansón y Bravo (2017), los futuros docentes no encuentran muchas dificultades para decidir las técnicas e instrumentos que deben tener en cuenta para realizar una experimentación, esto debido a que al identificar muy bien las variables experimentales resulta de gran apoyo para el diseño experimental. Por otro lado, investigaciones como el de Edelsztein y Galagovsky (2021) y Nonajulca-Córdova (2018) recalcan que aquellos futuros profesores que no logran un diseño experimental de manera correcta son debido a que estos no están acostumbrados a trabajar con estos tipos de actividades y que su diseño experimental apunta para tener en cuenta un laboratorio de por medio, ya que, si no, no tendrían posibilidad de ejecutar lo que se plantean.

En la Tabla 37, se muestran ejemplificaciones de la evaluación que se consideró para esta capacidad donde se explica su justificación respectiva (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices F y G).

Tabla 37

Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad "Diseña estrategias de experimentación"

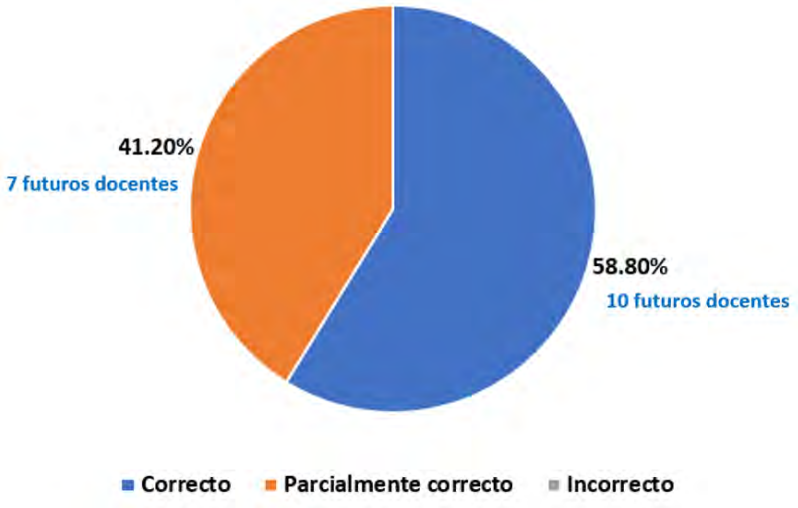
Criterios considerados	Futuros docentes	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	A4	El experimento se llevará a cabo a través de los siguientes pasos: • Elaboramos un plano inclinado con cartulina. • Dejamos que ruede la primera canica, que será la más grande, y desde hoy en adelante será la canica A. • Grabamos el suceso, y controlamos el tiempo. • Repetimos los dos pasos anteriores con la segunda canica, que es la más pequeña y será la canica B. • Editamos los videos. • Se realiza el análisis numérico correspondiente.	Se consideró correcto debido a que en su informe ha presentado los pasos que va a seguir en su experimentación, presenta dibujos y fotos de los materiales y procedimiento; además, su diseño guarda relación con su pregunta investigable, la hipótesis que ha emitido y las variables que ha identificado para su trabajo.
Parcialmente correcto	A1	• Descargar el applet. • Generar las condiciones del problema. • Experimentar según las condiciones de las variables. • Recoger información.	Se consideró parcialmente correcta debido a que presenta su diseño experimental de manera clara y mediante imágenes de capturas de pantalla de un simulador, pero este diseño experimental no guarda relación con la pregunta investigable, ya que este futuro docente no presenta en su informe una reformulación de la situación problemática abierta.

Nota. Para las ejemplificaciones se citó lo presentado en la fase de diseño experimental de los futuros docentes A4 y A1.

4.2.1.3 Capacidad: Genera y registra datos e información. Para evaluar esta capacidad se tuvo en cuenta los criterios designados en la rúbrica de la Tabla 11. En el siguiente gráfico circular se muestran los porcentajes de la evaluación de esta capacidad, la cual estuvo considerada mediante el análisis de contenido de los informes presentados por los futuros docentes (véase Figura 60).

Figura 60

Porcentajes de la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información"



Nota. Elaboración propia.

Lo mostrado en la Figura 60, manifiesta que ningún futuro docente obtuvo puntaje incorrecto y que la mayoría realizó su registro de manera correcta (58.8 %), mientras que el resto (41.2 %) realizó su registro de los datos faltándole algún apartado de los criterios establecidos para la evaluación. A continuación, se muestra la fórmula que ayudó a calcular el puntaje obtenido en esta capacidad y su representación respectiva del porcentaje, teniendo en cuenta que la clasificación de la evaluación estaba jerarquizada por correcto "C", parcialmente correcto "PC" e incorrecto "I":

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 10 x (1 punto) + 7 x (0.5 puntos) + 0 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 13.5 puntos

Según el cálculo del puntaje obtenido este sería de 13.5 puntos lo que representa un porcentaje de 79.4 % de un total máximo alcanzado de 17 puntos; al aplicar la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) el nivel de logro sería el criterio "Bueno" (véase Tabla 38).

Tabla 38

Nivel de logro de la capacidad "Genera y registra datos e información" (Fase Resolución del problema de la MRPI)

capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Genera y registra datos e información**
Puntaje obtenido	13.5 puntos
Porcentaje de logro	79.4 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para la capacidad Genera y registra datos e información.

Según lo mostrado en la Tabla 38, en donde se especifica el criterio de logro alcanzado para la capacidad "genera y registra datos e información", este criterio alcanzado fue "Bueno" con un porcentaje del 79.4 %; por lo que se puede afirmar que los futuros docentes muestran un desenvolvimiento favorable en esta capacidad tal como los trabajos de investigación de Quiñónez et al. (2016), Rodríguez-Arteche (2018) y Tello (2022), en donde los porcentajes alcanzados fueron altos y se detalla que la razón fundamental para lograr esto es el buen planteamiento del diseño experimental que se tiene anteriormente en su procedimiento.

Tabla 39

Ejemplificación y justificación de la capacidad "Genera y registra datos e información"

Criterios considerados	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	Presenta datos exactos sobre aceleración y energía mecánica proporcionados por el programa Tracker. Organiza y registra estos datos mediante tablas y gráficos obtenidos del programa Tracker. Tiene en cuenta los errores posibles explicando que para obtener mejores resultados en el programa Tracker los vídeos deben ser claros y que permitan determinar lo que pide dicho programa.	Se consideró correcto debido a que el futuro docente (A8) ha cumplido con todos los criterios de evaluación en donde se pedía que los datos sean exactos y permitan ser analizados, la presentación en tablas o gráficos y que se tengan en cuenta errores posibles para obtener resultados.
Parcialmente correcto	Obtiene datos mediante la aplicación de las fórmulas del tema de energía mecánica. Se presentan los datos mediante imágenes de los cálculos respectivos. No se presentan tablas de organización ni gráficos. Se tienen en cuenta los posibles errores que puedan presentarse durante la experimentación.	Se consideró parcialmente correcta (A2) debido a que cumple con dos de los criterios de evaluación como son: la correcta obtención de resultados mediante la aplicación de las fórmulas del tema elegido y la anticipación de los errores que se puedan realizar durante la experimentación. Pero no ha presentado una organización de los datos en tablas y gráficos.

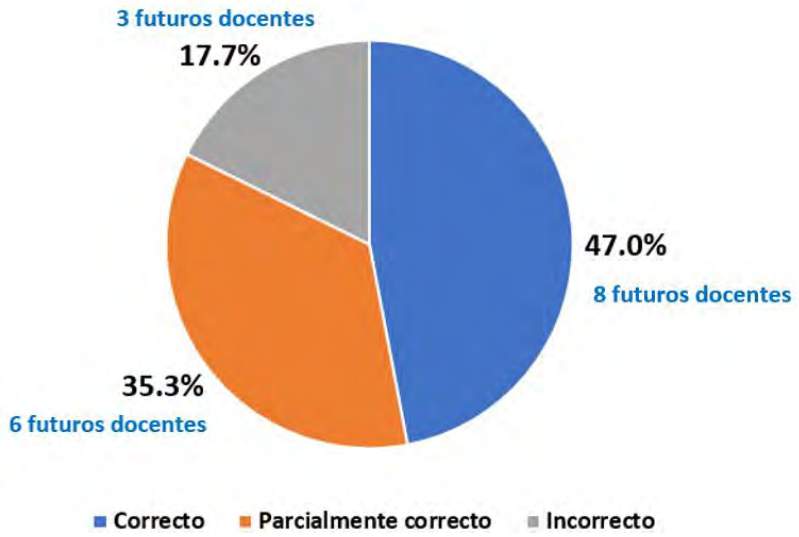
Nota. Para las ejemplificaciones se citó lo presentado en la fase de resolución del problema de los futuros docentes: A8 y A2.

En la Tabla 39, no se muestra una ejemplificación de la clasificación "incorrecto" debido a que no se presentaron casos en los informes donde se pueda evaluar a un futuro docente en este nivel, solo se encontraron niveles de correcto y parcialmente correcto (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices H y I).

4.2.1.4 Capacidad: Analiza datos e información. Para la evaluación de esta capacidad se aplicó la rúbrica planteada en la Tabla 12. En la siguiente Figura 61, se muestran los porcentajes obtenidos de esta clasificación que permitido la evaluación de la presente capacidad.

Figura 61

Porcentajes de la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información"



Nota. Elaboración propia.

Los porcentajes que muestra la Figura 61, permiten entender que la mayor cantidad se encuentran en el nivel correcto con un 47 % el cual representa a 8 futuros docentes; por otro lado, el nivel más bajo es incorrecto con un 17.7 % el cual representa a 3 futuros docentes, los otros 6 futuros docentes fueron considerados en la clasificación de parcialmente correcto representando el 35.3 %.

Luego de haber presentado los porcentajes alcanzados en la clasificación de la evaluación para la capacidad de "analiza datos e información", se detalla la fórmula aplicada para obtener el puntaje de dicha capacidad con su respectivo porcentaje, donde "C" representa lo correcto, "PC" lo parcialmente correcto e "I" lo incorrecto, la fórmula es la siguiente:

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 8 x (1 punto) + 6 x (0.5 puntos) + 3 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 11 puntos

El puntaje obtenido para esta capacidad es de 11 puntos, lo que permite calcular el porcentaje y establecerlo en el criterio de logro de la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) el cual es de un 64.7 % ubicándose según dicha rúbrica en un nivel "Bueno", esto se especifica en la siguiente Tabla 40.

Tabla 40

Nivel de logro de la capacidad "Analiza datos e información" (Fase Análisis de resultados de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Analiza datos e información**
Puntaje obtenido	11 puntos
Porcentaje de logro	64.7%
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para la capacidad Analiza datos e información.

La Tabla 40, muestra que el nivel de logro según la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) es de “Bueno” con un porcentaje de 64.7 %; cercano a los resultados obtenidos en los trabajos de investigación de Quiñónez et al. (2016) y Nonajulca-Córdova (2018) en donde se especifica que aquellos que no llegaron a obtener un puntaje alto es porque tienen confusiones respecto al contenido y que en vez de colocar una reflexión de sus resultados solo colocan los conceptos involucrados en la actividad. Además, se genera una confusión debido a que, como manifiesta Cruz-Lorite y Martín-Gámez (2021), esta capacidad requiere de inferir mediante los resultados que se poseen y que al no estar exento de verse influido por los sesgos de las personas que los interpretan suele haber algunas limitaciones, así pues, se puede tener presente, en la historia de las ciencias, que con los mismos datos experimentales se han tenido diferentes formas de interpretación por distintas personas; esto permite afirmar que cada sujeto tiene su propia manera de interpretar los datos obtenidos y que su trabajo indagativo suele ser independiente.

Tabla 41

Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad “Analiza datos e información”

Criterios	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	Presenta su conclusión basada en los datos obtenidos durante su experimentación. Fundamenta su conclusión mostrando una comparación entre sus datos obtenidos.	Se consideró correcto (A3) debido a que contiene todos los criterios que se han empleado para la evaluación de esta capacidad, además de ser muy claro especificando su conclusión determinada.
Parcialmente correcto	Presenta su conclusión basada en los datos obtenidos en las tablas y gráficas del programa Tracker. Fundamenta su conclusión, pero de otras observaciones que no están en relación con lo que se ha propuesto.	Se consideró parcialmente correcto (A8) debido a que contiene la mayoría de los criterios establecidos para la evaluación de esta capacidad, pero se desvía al momento de plantear mejor su conclusión.
Incorrecto	Presenta una conclusión que no detalla lo que ha obtenido en sus datos. Su conclusión no es clara. No fundamenta su conclusión presentada.	Se consideró incorrecto (A13) debido a que la presentación de su conclusión no abarca un buen análisis de los resultados obtenidos durante la experimentación y no es clara.

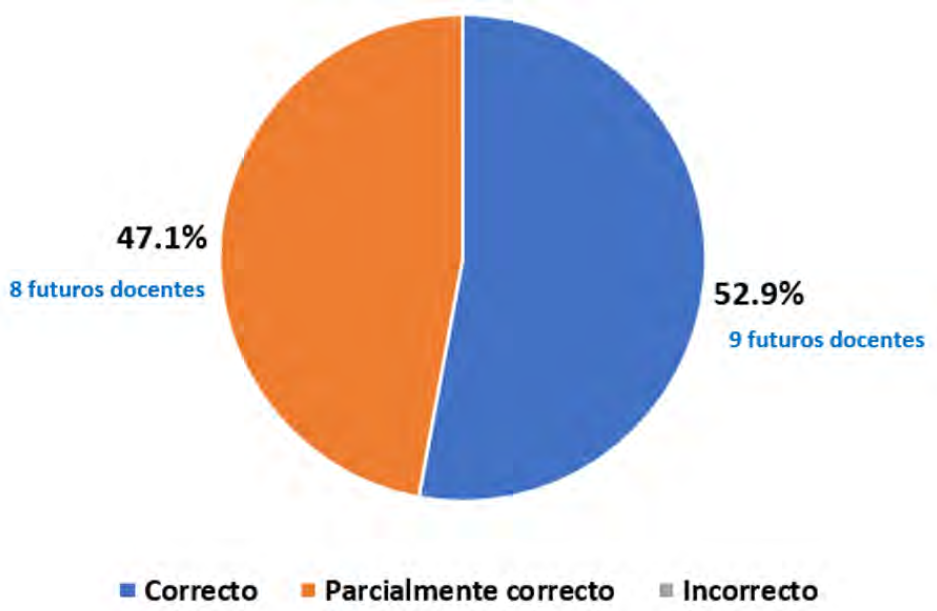
Nota. Para las ejemplificaciones se citaron lo presentado en la fase de análisis de los resultados de los futuros docentes: A3, A8 y A13.

En la Tabla 41, se muestran las ejemplificaciones de la evaluación que se tuvo en cuenta para la capacidad de “Analiza datos e información”. Dichas ejemplificaciones están justificadas según la evaluación que se ha seguido para nivel (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices J, K y L).

4.2.1.5 Capacidad: Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación. Para la evaluación de la presente capacidad se aplicó la rúbrica planteada en la Tabla 13. En la siguiente Figura 62, se muestran los porcentajes obtenidos de esta clasificación que permitió la evaluación de esta capacidad.

Figura 62

Porcentajes de la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación"



Nota. Elaboración propia.

Lo mostrado en la Figura 62, manifiesta que ningún futuro docente fue evaluado dentro de la clasificación "incorrecto", esto debido a que, al desarrollarse la situación problemática de esta investigación, siguiendo la MRPI, se tienen informes presentados de manera detallada; el porcentaje más alto se presenta en el nivel de "correcto" con un 52.9 % y el resto se ubica en "parcialmente correcto" con un 47.1 %. A continuación, se muestra la fórmula utilizada para calcular el puntaje obtenido en esta capacidad y su representación respectiva del porcentaje, teniendo en cuenta que la clasificación de la evaluación presente está jerarquizada por correcto "C", parcialmente correcto "PC" e incorrecto "I".

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 9 x (1 punto) + 8 x (0.5 puntos) + 0 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 13 puntos

El puntaje obtenido para esta capacidad es de 13 puntos de una estimación máxima de 17 puntos de un puntaje perfecto; para aplicar la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) se debe pasar este puntaje a un porcentaje, este porcentaje es de 76.47 %.

A continuación, se muestra la Tabla 42 que detalla el criterio de logro de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" mediante la rúbrica antes mencionada.

Tabla 42

Nivel de logro de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" (Fase Análisis de resultados de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos"	**Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación**
Puntaje obtenido	13 puntos
Porcentaje de logro	76.47 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para la capacidad evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.

Según el contenido de la Tabla 42, se puede evidenciar que esta capacidad fue designada en el criterio de logro "Bueno" con un 76.47 %; comparando este resultado con el obtenido por Tello (2022) en donde obtuvo para esta capacidad un porcentaje 94.4 %, evaluándose con la misma rúbrica en un nivel de logro "Muy bueno", se puede afirmar que existe un buen desempeño en esta capacidad y aunque no se tenga el mismo nivel alcanzado, los futuros docentes logran desempeñarse de manera competente y obtienen buenos resultados; de esta comparación se asume que aquellos futuros docentes que no lograron alcanzar un puntaje alto y que no permite tener un mayor porcentaje, tuvieron dificultades para lograr que sus resultados sean comprobados mediante el uso de textos, además que la presentación de sus informes logre compartir ideas, estimular el interés y detallar explicaciones (Harlen, 2007). En la siguiente Tabla 43, se muestran las ejemplificaciones de la evaluación que se tuvo en cuenta para la presente capacidad.

Tabla 43

Ejemplificación y justificación de la evaluación para la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación"

Criterios	**Ejemplificaciones**	**Justificación**
Correcto	Presenta datos teóricos para plantear su conclusión y refutar su hipótesis. La presentación de su trabajo de investigación está de manera estructurada siguiendo las fases de la MRPI con sus diversos subapartados. El trabajo de investigación es detallado y entendible.	Se consideró correcto (A7) debido a que cumple con todos los criterios de la evaluación, en donde se pide datos teóricos, sustentación de la conclusión propuesta, buena presentación del trabajo de investigación.
Parcialmente correcto	No presenta datos teóricos para sustentar su conclusión, pero detalla un conocimiento del tema que ha elegido. La presentación de su trabajo de investigación está de manera estructurada. El trabajo de investigación es detallado y entendible.	Se consideró parcialmente correcto (A15) debido a que le ha faltado sustentar su conclusión con datos teóricos. También, tiene una buena presentación.

Nota. Para las ejemplificaciones se citó lo presentado en la fase de análisis de los resultados de los futuros docentes: A7 y A15.

Como se puede apreciar en la Tabla 43, no se tuvo ninguna ejemplificación para la clasificación de “incorrecto” debido a que al seguir las fases de la MRPI los informes presentados son claros y entendibles para fines de estudio e información (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices M y N).

4.2.2 *Evaluación de la competencia “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”*

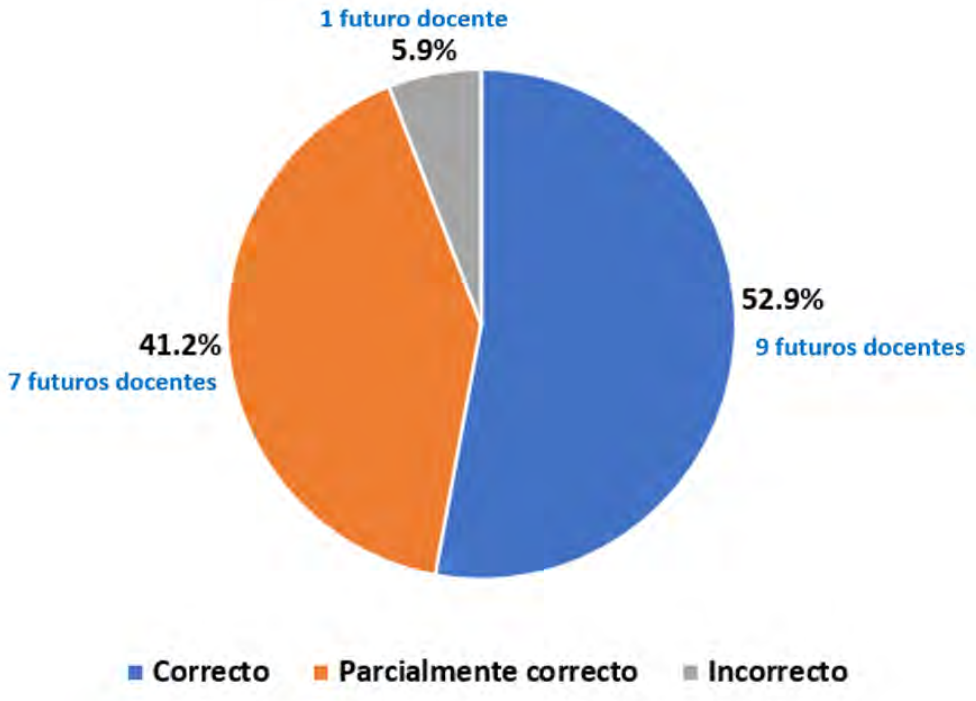
En la presente competencia, se determinó solo evaluar una de sus dos capacidades, la cual es: comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo.

4.2.2.1 Capacidad: Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, Tierra y universo. Esta capacidad presenta su evaluación mediante dos apartados: la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática y la relación de los conceptos clave con la formulación de las conclusiones.

4.2.2.1.1 Relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática. Para evaluar este apartado de la presente capacidad se aplicó la rúbrica de la Tabla 14. Los porcentajes alcanzados se presentan en la siguiente Figura 63.

Figura 63

Porcentajes de la evaluación del apartado de la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática



Nota. Elaboración propia.

Los porcentajes mostrados en la Figura 63, manifiestan que la mayoría de los futuros docentes tuvieron una consideración de sus conceptos claves en la resolución de la situación problemática, donde el 52.9 % (9 futuros docentes) alcanzó un nivel de correcto y el 41.2 % (7 futuros docentes) alcanzó el nivel de parcialmente correcto, solo el 5.9 % (1 futuro docente) alcanzó una evaluación de incorrecto, esto debido a que no presentó los conceptos clave en su informe.

Luego de haber obtenido los porcentajes de la evaluación, se muestra la fórmula que se utilizó para determinar el puntaje obtenido en este apartado, donde para correcto se representa con "C", parcialmente correcto con "PC" e Incorrecto con "I":

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 9 x (1 punto) + 7 x (0.5 puntos) + 1 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 12.5 puntos

Para este apartado, se obtuvo un puntaje de 12.5 puntos de un puntaje máximo de 17 puntos, teniendo en cuenta este puntaje se calculó un porcentaje de 73.53 % en donde considerando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) se tiene un criterio alcanzado de "Bueno". Esto se detalla en la Tabla 44.

Tabla 44

Nivel de logro del apartado de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática (Fase Análisis cualitativo de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo"	**Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo**
Puntaje obtenido	12.5 puntos
Porcentaje de logro	73.53%
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para el apartado de relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática.

En la tabla 45 se muestran ejemplificaciones sobre la clasificación de la evaluación que se siguió para este apartado y en donde se detallan las justificaciones respectivas de dichas consideraciones. También se muestran los criterios que se tuvieron en cuenta en la evaluación: correcto, parcialmente correcto e incorrecto.

4.2.2.1.2 Relación de los conceptos clave con las conclusiones emitidas. Para evaluar este apartado de la presente capacidad se aplicó la rúbrica planteada de la Tabla 15. A continuación, se muestran los porcentajes de la evaluación emitida para este apartado que relaciona los conceptos involucrados con la resolución de la emisión de las hipótesis (véase Figura 64).

Tabla 45

Ejemplificación y justificación del apartado: relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática

Criterios	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	Presenta en su informe los siguientes conceptos: velocidad, rapidez, aceleración, fuerza de fricción, coeficiente de fricción y energía potencial. La resolución de la situación problemática la realiza con simuladores donde va detallando cómo se involucran los conceptos en su experimentación.	Se consideró como correcto (A1) debido a que presenta sus conceptos y los va relacionando con su resolución de la situación problemática planteada.
Parcialmente correcto	Presenta en su informe los siguientes conceptos: canica, plano inclinado, segunda ley de Newton, ángulo de inclinación, movimiento, trayectoria, velocidad, principio de conservación de la energía, energía cinética y energía mecánica. La resolución de la situación problemática abierta la realiza mediante el programa Tracker donde asocia a la mayoría de los conceptos que presenta en su trabajo.	Se consideró como parcialmente correcto (A10) debido a que presenta conceptos válidos en su marco teórico que están asociados a la situación problemática planteada, pero durante la resolución de esta solo involucra algunos de estos conceptos dejando de lado los otros.
Incorrecto	No presenta en su trabajo de investigación conceptos que se involucren con la resolución de la situación problemática planteada. La resolución la ha realizado mediante un experimento casero donde ha seguido su propio procedimiento.	Se consideró como incorrecto (A17) debido a que no presentó los conceptos clave, aunque presentó un desarrollo detallado de la situación problemática planteada.

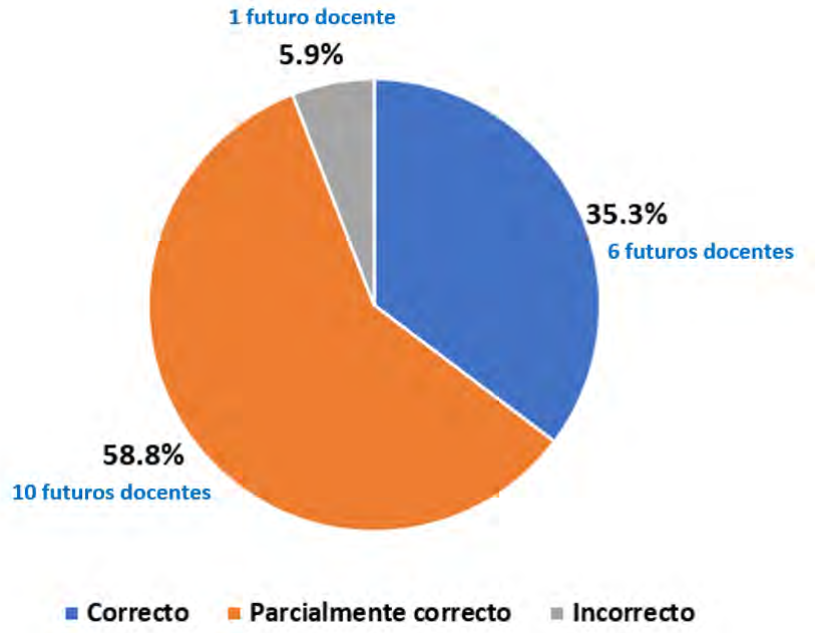
Nota. Para las ejemplificaciones se citaron lo presentado por los futuros docentes: A1, A10 y A17.

En la Tabla 45, se muestran las ejemplificaciones y justificaciones de este apartado sobre la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices Ñ, O y P).

Los porcentajes que se presentan en la Figura 64, muestran que la gran mayoría de los futuros docentes fueron considerados en la evaluación para parcialmente correcto con 58.8 % (10 futuros docentes), mientras que el más bajo fue considerado en el nivel de incorrecto con un 5.9 % (1 futuro docente), el resto en el nivel correcto con un 35.3 % (6 futuros docentes).

Figura 64

Porcentajes de la evaluación del apartado de la relación de los conceptos clave y las conclusiones



Nota. Elaboración propia.

Luego de haber obtenido los porcentajes de la evaluación, se muestra la fórmula que se utilizó para determinar el puntaje obtenido en este apartado, donde para correcto se representa con "C", parcialmente correcto con "PC" e incorrecto con "I":

Puntaje logrado = C x (1 punto) + PC x (0.5 puntos) + I x (0 puntos)

Puntaje logrado = 6 x (1 punto) + 10 x (0.5 puntos) + 1 x (0 puntos)

Puntaje logrado = 11 puntos

El puntaje obtenido para este apartado es de 11 puntos de un máximo de 17 puntos que se puede obtener, teniendo en cuenta esto y realizando los cálculos respectivos se pudo pasar este puntaje a un porcentaje donde se alcanzó un 64.71 %. Esto se detalla en la Tabla 46.

Tabla 46

Nivel de logro del apartado de la relación de los conceptos clave con las conclusiones emitidas (Fase Análisis de resultados de la MRPI)

Capacidad de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo"	**Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo**
Puntaje obtenido	11 puntos
Porcentaje de logro	64.71 %
Criterio al que pertenece	Bueno (61 % - 80 %)

Nota. Esta evaluación fue realizada para el apartado de la relación de los conceptos clave con la emisión de las hipótesis.

Según lo mostrado en la Tabla 46, el nivel alcanzado aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) es “Bueno” con un porcentaje de 64.71 %. En la Tabla 47 se muestra las ejemplificaciones de las consideraciones de la evaluación de este apartado y sus respectivas justificaciones.

Teniendo en cuenta los porcentajes alcanzados para los dos apartados evaluados en la capacidad “comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, en la cual se obtuvo para el primero un 73.53 % (véase Tabla 44) y para el segundo apartado un 64.71 % (véase Tabla 46), se decide sacar un promedio en donde el porcentaje es de 69.12 %. Según la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020) el criterio alcanzado sigue siendo de “Bueno”. Al comparar este porcentaje y nivel con el obtenido en el trabajo de Tello (2022) donde se obtuvo un porcentaje de 94.4 % y un nivel de “Muy bueno” se puede decir que estos porcentajes y niveles son diferentes debido a que las situaciones problemáticas planteadas para ambas investigaciones son diferentes, pero se llegan a obtener porcentajes relevantes que manifiestan un desempeño en esta capacidad.

Tabla 47

Ejemplificación y justificación del apartado: relación de los conceptos clave con las conclusiones emitidas

Criterios	Ejemplificaciones	Justificación
Correcto	Presenta en su marco teórico los siguientes conceptos: canica, plano inclinado, energía cinética, energía potencial y energía mecánica. Explica su conclusión detallando los conceptos considerados para obtener una mejor resolución de la situación problemática planteada.	Se consideró como correcto (A7) debido a que involucra todos los términos considerados para explicar la conclusión a la que ha llegado.
Parcialmente correcto	Presenta en su trabajo los siguientes conceptos: esfera, aceleración, dureza, masa, gravedad, velocidad, energía mecánica, energía cinética y energía potencial. Emite su conclusión, pero considerando algunos de sus conceptos descritos en su marco teórico.	Se consideró como parcialmente correcto (A8) debido a que no ha involucrado a todos los conceptos descritos en su marco teórico.
Incorrecto	No presenta en su trabajo de investigación conceptos que se involucren con la conclusión a la que llega. Su conclusión ha sido explicada mediante los datos que obtiene en su experimentación.	Se consideró como incorrecto (A17) debido a que no ha presentado conceptos, aunque emite una conclusión basada en los datos obtenidos durante su experimentación.

Nota. Para las ejemplificaciones se citó lo presentado por los futuros docentes: A7, A8 y A17.

En la Tabla 47, se muestran las ejemplificaciones y justificaciones de este apartado sobre la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática (para mejor comprensión de esta ejemplificación véase Apéndices Q, R y S).

4.2.3 *Resumen de la evaluación de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología"*

A continuación, se muestra la Tabla 48 que contiene los porcentajes alcanzados para las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología, de acuerdo con las rúbricas planteadas en el Capítulo 3 lo que permite de manera más detallada interpretar la evaluación brindada para este trabajo de investigación. Cabe aclarar que en las capacidades "Problematiza situaciones" (C1) y "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" (C6) han sido evaluados en apartados para obtener mejores resultados y realizar un análisis más detallado.

Tabla 48

Resumen de las capacidades evaluadas a través de las rúbricas planteadas en el Capítulo 3

Cód.	Capacidades	Correcto	Parcialmente correcto	Incorrecto
C1	Problematiza situaciones			
C1.1	Reformulación de la pregunta investigable	52.94%	35.30%	5.88%
C1.2	Planteamiento de hipótesis	64.7 %	35.3 %	0 %
C1.3	Identificación de variables	52.9 %	17.7 %	29.4 %
C2	Diseña estrategias para hacer indagación	64.7 %	29.4 %	5.9 %
C3	Genera y registra datos e información	58.8 %	41.2 %	0 %
C4	Analiza datos e información	47.0 %	35.3 %	17.7 %
C5	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación	52.9 %	47.1 %	0 %
C6	Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo			
C6.1	Relación de los conceptos clave con la resolución	52.9 %	41.2 %	5.9 %
C6.2	Relación de los conceptos clave con la emisión de conclusiones	35.3 %	58.8 %	5.9 %

Nota. Se detallan los porcentajes de los niveles: correcto, parcialmente correcto e incorrecto.

Además, se presenta la Tabla 49 donde se detalla la relación que existe entre las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología y las fases de la MRPI teniendo en cuenta cada apartado que se ha evaluado. La rúbrica de evaluación en este caso ha sido la presentada por Setiawan y Sugiyanto (2020) donde se busca determinar un nivel de logro mediante los porcentajes alcanzados. Los porcentajes obtenidos han sido calculados mediante las fórmulas establecidas en cada evaluación dando un puntaje a los niveles de logro: correcto, parcialmente correcto e incorrecto; dichos puntajes han sido determinados en las rúbricas planteadas para la evaluación de cada competencia.

Tabla 49

Resumen del nivel de logro de las capacidades evaluadas del área de Ciencia y Tecnología mediante la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020)

Competencias	Capacidades	Fases de la MRPI	Niveles de logro	Criterio de logro
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos	Problematiza situaciones	Análisis cualitativo	Reformulación del problema 70.6 %	Bueno
		Emisión de hipótesis	Planteamiento de hipótesis 82.4 %	Muy Bueno
			Identificación de variables 62.8 %	Bueno
	Diseña estrategias para hacer indagación	Diseño de estrategias de resolución	Propuesta experimental 79.4 %	Bueno
	Genera y registra datos e información	Resolución del problema	Experimentación y registro de datos 79.4 %	Bueno
	Analiza datos e información	Análisis de resultados	Conclusiones y comprobación de hipótesis 64.7 %	Bueno
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación		Sustentación de conclusiones y presentación de la investigación 76.47 %	Bueno
Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, tierra y universo	Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo	Análisis cualitativo	Conceptos involucrados 73.53 %	Bueno
		Análisis de resultados	Conclusiones que hagan referencia a conceptos 64.7 %	Bueno

Nota. Se presenta el nivel de logro para cada apartado evaluado de las capacidades del área de Ciencia y Tecnología.

Conclusiones

Las conclusiones que se muestran a continuación se plantearán tomando en cuenta los objetivos tanto general como específicos. Cabe recordar, que con los objetivos específicos se buscaba determinar el nivel de logro de las capacidades de dos de las competencias del área de Ciencia y Tecnología propuestas por MINEDU. Las capacidades que se evaluaron fueron seis, en donde cinco pertenecen a la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos" y una a la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo".

En primer lugar, se abordarán las conclusiones relacionadas con la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos". Luego, se abordará en la sexta conclusión la capacidad que concierne a la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo".

Primera conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Problematiza situaciones". Los resultados obtenidos se encuentran en una calificación promedio de "Bueno" aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Estos resultados permiten afirmar que estos futuros docentes han tenido una buena interpretación de la situación problemática, plantean hipótesis que van acorde con el tema elegido para su resolución e identifican las variables experimentales. Un análisis de los porcentajes alcanzados en cada uno de los aspectos planteados en esta capacidad arroja que la mayor dificultad se encuentra focalizada en: la reformulación de la pregunta investigable y en la identificación de las variables. Estos resultados deben tomarse en cuenta en las estrategias usadas para que los futuros docentes comprendan mejor: el planteamiento de la pregunta investigable (hay un 5.88 % que plantea incorrectamente la pregunta investigable y un 5.88 % que no plantea) y, la formulación de cada una de las variables, especialmente por el porcentaje pequeño, pero relevante de futuros docentes que plantean incorrectamente las variables (29.4 %).

Segunda conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación". Los resultados obtenidos se encuentran en una calificación de "Bueno" aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Estos resultados permiten afirmar que estos futuros docentes han propuesto procedimientos experimentales para poder dar respuesta a la situación problemática abierta planteada. Algunos han creído conveniente proponer una resolución mediante experimentos caseros, otros mediante simuladores o aplicaciones de física y el resto con ayuda del programa Tracker. Si bien es cierto el porcentaje alcanzado en el nivel correcto es de un 64.7 % no se puede dejar de mencionar que aún existe un porcentaje notorio que no ha alcanzado este nivel, por lo cual, es necesario tomar en cuenta que se debería trabajar más en esta capacidad.

Tercera conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Genera y registra datos e información". Los resultados obtenidos se encuentran en una calificación de "Bueno"; lo cual, permite afirmar que estos futuros docentes, mediante su propuesta de resolución, supieron registrar y organizar sus datos obtenidos durante su experimentación. Si bien el nivel de logro en esta capacidad es alto, hay un porcentaje de futuros docentes que, al ser evaluados de acuerdo con la rúbrica propuesta, el resultado es que está parcialmente correcto su desarrollo (41.2 %). Esto da indicios de la necesidad de trabajar más a fondo en clase la manera de generar datos y registrarlos, quizás haciendo más práctica en tablas, gráficos, forma de tomar los datos, uso de instrumentos de medida, entre otros.

Cuarta conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Analiza datos e información". Los resultados obtenidos se encuentran en una calificación de "Bueno" aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Estos resultados permiten afirmar que estos futuros docentes interpretan de manera relevante sus datos obtenidos para compararlos con sus hipótesis y emitir una conclusión que sirve como respuesta de la situación problemática abierta. Sin embargo, es importante analizar los resultados en términos de porcentajes, ya que hay un porcentaje superior al 50 % de los futuros docentes que no alcanzan en la evaluación el criterio de correcto. Esto da indicios de la necesidad de trabajar más en la capacidad de analizar datos e información, especialmente en dimensionar correctamente los errores cometidos y su influencia en la obtención de resultados, aspecto muy valioso que le permitirá decidir al futuro docente si debe realizar más medidas, utilizar instrumentos más precisos e introducir el error experimental en los cálculos realizados. Otro aspecto fundamental lo constituye el cotejar los datos del experimento con los esperados a nivel teórico, aspecto que deberá tenerse en cuenta en futuras aplicaciones de actividades experimentales.

Quinta conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación". Los resultados obtenidos se encuentran en una calificación de "Bueno" aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Estos resultados permiten afirmar que estos futuros docentes son conscientes del trabajo realizado para llegar a su respuesta de la situación problemática planteada y lo comunican de manera adecuada. Una evaluación de los porcentajes obtenidos en esta capacidad, lo constituye el porcentaje menor al 50 %, pero relevante de futuros docentes (47.1 %) que no alcanzan el criterio de correcto, presentando una serie de deficiencias, por ello es necesario tomar en cuenta que los aspectos relacionados con dicha capacidad deben trabajarse aún en el aula de clase.

Sexta conclusión, hace referencia al nivel de logro obtenido por los futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física en la capacidad "Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo". Los resultados obtenidos se encuentran en

una calificación promedio de “Bueno” aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020). Estos resultados permiten afirmar que estos futuros docentes identifican conceptos claves para tenerlos en cuenta durante la resolución de la situación planteada y la explicación de las conclusiones. Si bien es cierto que dicha capacidad según la rúbrica anteriormente mencionada alcanza un nivel de logro bueno, es importante detenerse a mirar los porcentajes obtenidos según los criterios de evaluación planteados en la rúbrica. Estos resultados muestran que si bien el 52.9 % de los futuros docentes alcanzan el criterio de correcto para el apartado de la relación de los conceptos clave con la resolución de la situación problemática aún en el apartado de la relación de los conceptos clave con la emisión de conclusiones solo se alcanza un 35.3 %. Estos resultados dan indicios de la necesidad de trabajar con los futuros docentes en los temas detallados en las líneas precedentes, que se consideran importantes para la adquisición de la capacidad “Comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”, dando especial importancia a la comprensión y aplicación de los conceptos de la física en diversas situaciones.

Séptima conclusión, hace referencia a la aplicación de la MRPI para desarrollar una situación problemática que involucre temas de física como: MRUA, Segunda ley de Newton y Energía mecánica. Los resultados obtenidos están en un nivel de logro “Bueno” aplicando la rúbrica de Setiawan y Sugiyanto (2020), en las capacidades de las competencias: “Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos” y “Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo”. Esta situación problemática ha sido desarrollada por futuros docentes de la especialidad de Matemática y Física. Además, se considera que aquellos que no han logrado llegar a resultados esperados es debido a que no tomaron en cuenta los errores experimentales o realizaron un análisis incorrecto de sus resultados (Calderón et al., 2009; Gutiérrez, s. f.).

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Limitaciones

Primera. Durante el contexto vivido por la pandemia de la COVID-19 la Universidad de Piura se vio obligada a dictar el semestre 2020-II de manera virtual, donde todas las facultades tuvieron que acatar dicho pedido. Es por ello, que los futuros docentes que han sido partícipes de la resolución de la situación problemática de este trabajo de investigación tuvieron que realizarlo desde sus hogares donde no tuvieron una guía presencial por parte de la docente del curso y solo contaban con asesorías virtuales donde mayormente el tiempo era limitado.

Segunda. La situación problemática planteada solo ha permitido evaluar seis capacidades de dos competencias del área de Ciencia y Tecnología, esto debido a que estas capacidades se asocian con las fases de la MRPI y por ende permiten su evaluación de manera eficaz.

Tercera. El tiempo que se les dio a los futuros docentes para el desarrollo de la situación problemática fue muy corto, lo que ocasionó que algunos no puedan seguir de la mejor manera todos los apartados de la metodología que se propuso.

Cuarta. De acuerdo con el desarrollo de la actividad experimental planteada, no es posible hacer un análisis detallado de la capacidad: Evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y tecnológico. Con respecto a la misma MINEDU (2018); señala que:

> Es la capacidad de establecer relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), mediante la evaluación de los cambios generados por el conocimiento científico o el desarrollo tecnológico en la sociedad, con el fin de tomar una postura personal sobre las implicancias tanto del saber científico en la cosmovisión como del quehacer tecnológico en la vida de las personas (p. 41).

Además, indica el contexto en el cual deben realizarse actividades donde se promueva dicha capacidad, por lo cual expresa que:

> Para estimular la movilización de esta capacidad, es necesario que los estudiantes se vean enfrentados a "situaciones sociocientíficas" que les demanden plantear razones, evaluar evidencias, distinguir datos de opiniones, ejercitar su juicio y poner en práctica habilidades de diálogo y pensamiento crítico. Estas "situaciones", con frecuencia, se comentan en los medios de comunicación y representan una diversidad de problemas, entre ellos, la crianza de especies silvestres o temas relacionados con la salud y la producción (MINEDU, 2018, p. 41).

La actividad experimental ¿qué canica va más rápido por un plano inclinado?, no se presta directamente a la promoción de la capacidad "Evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y tecnológico". Se sugiere plantear un texto, un video, un caso, etc., relacionado con la actividad experimental por ejemplo con el rozamiento, que permita trabajar con los alumnos en el desarrollo de la capacidad.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Recomendaciones

Primera. Se recomienda realizar una investigación planteando la misma situación problemática para estudiantes de quinto grado de secundaria siguiendo la MRPI, esto con el fin de realizar una comparación con esta investigación y saber si estos estudiantes pueden desarrollar con éxito lo que se les plantea.

Segunda. Se sugiere plantear la MRPI para desarrollar situaciones problemáticas, pero en otras ramas de las ciencias naturales como: química, biología, geología, etc., para ver su influencia en otros estudios y saber si se obtienen buenos resultados.

Tercera. Se recomienda planificar sesiones de aprendizaje donde se planteen situaciones problemáticas que involucren otros temas de física y proponer que los futuros docentes las desarrollen siguiendo las fases de la MRPI, esto con el propósito de tener más claro la influencia positiva de la metodología propuesta en las cuestiones de física.

Cuarta. Se sugiere que para futuras investigaciones donde se aplique la MRPI puedan tener en cuenta los resultados de esta investigación y que puedan comparar los puntajes obtenidos en ambos trabajos, además se pide proponer situaciones problemáticas que permitan evaluar más capacidades de las competencias del área de Ciencia y Tecnología.

Quinta. Se recomienda que en futuro se cuente con espacios ambientados donde se invite a los futuros docentes partícipes de esta investigación con el fin de realizar un análisis en conjunto sobre los resultados individuales, errores experimentales y relación con los datos teóricos que tuvieron cada uno; ya que esto no se pudo realizar en su momento por el contexto de la pandemia de la COVID-19.

Sexta. Quizás para futuras investigaciones se puedan tomar en cuenta los desempeños propuestos por el MINEDU, de esta manera se podría determinar el nivel de logro de las competencias propuestas en el presente trabajo de investigación contando con otra manera de hacerlo.

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Lista de referencias

Abd El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Niaz, M. y Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education, 88*(3), 397-419.

Alfaro, I. J. (2006). Seminarios y talleres. En M. M. Díaz. (coord.), *Metodología de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 53-81). Alianza Editorial. https://www.alianzaeditorial.es/libro/manuales/metodologias-de-ensenanza-y-aprendizaje-para-el-desarrollo-de-competencias-mario-de-miguel-diaz-9788420648187/

Almeyda, D. A. y Rospigliosi, M. (2017). *Mejora de nuestra práctica pedagógica a través de la aplicación de estrategias metodológicas basadas en la experimentación para desarrollar habilidades de indagación científica en los estudiantes de tercer grado "D" del nivel secundaria de la Institución Educativa "Peruano Japonés N°7213" Villa el Salvador Ugel 01* [tesis de pregrado, Instituto Pedagógico Nacional Monterrico]. http://repositorio.ipnm.edu.pe/bitstream/20.500.12905/1263/1/TESIS%20ALMEYDA%20MEDINA%20DANIEL%20-%20VC.pdf

Ameneyro, H. y Mora, C. (2010). Cuaderno de mediación de significados para la enseñanza del concepto de energía mecánica. *Latin-American Journal of Physics Education*, *4*(3), 756-773.

Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education, 13*(1), 1-12.

Ansón, J. A. y Bravo, B. (2017). Resultados e implicaciones de una propuesta para promover el desarrollo de las destrezas científicas en un aula de Biología de bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 16*(1), 132-151.

Arce, J. (2019). *Metodología del análisis del circuito eléctrico para desarrollar la indagación científica en estudiantes de sexto grado, del Cercado de Lima, 2019* [tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36384

Arias, F. G. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (6.ª ed.). Venezuela: Editorial Episteme.

Ariza, M. R., Aguirre, D., Quesada, A., Abril, A. M. y García. F. J. (2016). ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 15*(2), 297-311. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_2_7_ex1017.pdf

Ates, S. (2005). Developing teacher candidates' skills of identifying and controlling variables. *Gazi University Journal of Education*, *1*, 21-39.

Auzmendi, O. (2017). *Propuesta de una unidad didáctica sobre el movimiento rectilíneo para segundo curso de la Eso* [tesis de pregrado, Universidad Pública de Navarra]. https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/25033

Aydoğdu, B. (2015). Examinar las habilidades de los futuros profesores de ciencias para formular hipótesis e identificar variables. *Foro de Asia y el Pacífico sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, 16*(1), 1-38.

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*(3), 265– 278. http://uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/4_Abriefhistoryofinquiry.pdf

Bautista, M., Salazar, F. L., Saavedra, O. I., Guilombo, D., Sánchez, F. J. y Barinas, J. (2010). *Hipertexto Física 1.* Colombia: Santillana. https://isbn.cloud/9789582415990/hipertexto-fisica-1/

Becerra, G. (2009). Aplicaciones de la Segunda Ley de Newton. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia, 1*(1), 1-11. http://revistas.unam.mx/index.php/rmbd/article/view/46998

Benegas, J. (2007). Tutoriales para física introductoria: una experiencia exitosa de aprendizaje activo de la física. *Latin American Journal of Physics Education, 1*(1), 32-38.

Bolaños, E. J. y Giraldo, L. M. (2016). La concepción del movimiento "segunda ley de Newton" desde una perspectiva histórica-epistemológica: ideas previas de los estudiantes y sus implicaciones en la formación de docentes. *Revista Colombiana de Matemática Educativa, 1*(1), 496-501. http://funes.uniandes.edu.co/8582/1/Bolanos2015Concepcion.pdf

Bolívar, A. (2007). La formación inicial del profesorado de secundaria y su identidad profesional. *Estudios sobre Educación, 12*, 13-30. https://core.ac.uk/download/pdf/83560955.pdf

Braunmüller, M., Bravo, V. y Bouciguez, M. J. (2017, 12-14 de diciembre). *Las TIC como recurso central en la clase de física: la enseñanza de la energía mecánica* [Sesión de conferencia]. EDUNOVATIC 2017. Conference Proceedings.

Bueche, F. y Hecht, E. (2007). *Física General* (10.ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Busquets, T., Silva, M. y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos,* (42), 117-135. https://www.scielo.cl/pdf/estped/v42nespecial/art10.pdf

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales,* (69), 21-34. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693498

Cáceres, J. y Martínez, E. (2015). Utilización del plano inclinado para determinar la aceleración de gravedad. *Latin-American Journal of Physics Education, 9*(3), 3502.

Calderón, S., Núñez, P. y Gil, S. (2009). Estudio cinemático del movimiento de cuerpos que ruedan por un plano inclinado. *Latin-American Journal of Physics Education, 3*(1), 68-71.

Cambillo, L. A. y Porta A. A. (2014). *Guías experimentales de cinemática para desarrollar la capacidad de indagación y experimentación en estudiantes de la institución educativa "Santa Isabel"-Huancayo* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1714/TESIS.pdf?sequence=1

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias, 17*(2), 179-192. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21572

Campos, M. y Torres, A. (2016). Física y matemáticas experimentales en escenarios virtuales. *Revista sobre la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas,* 82, 19-26.

Capetillo, E. P. (2015). *Percepciones sobre las actividades experimentales en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente en docentes de la Ugel Chincha. Ica* [tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/131

Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia, 2*(2), 79-88.

Cardeñoso, J. M., Cuesta, J. y Azcáreta, P. (2015). Un instrumento para analizar las actividades prácticas en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas desde la perspectiva de la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(1), 109-129. https://www.redalyc.org/pdf/920/92032970012.pdf

Carvajal, J. S., Jiménez, D. P. y Herman, J. (2019). App's como herramientas pedagógicas para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física. *Revista Científica,* 160-168.

Castañeda, A., García, M. L. y Alicia, A. (2017). *Uso de actividades interactivas para apoyar el aprendizaje significativo del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado* [Sesión de congreso]. Aportes y desafíos de la investigación educativa para la transformación y la justicia social, San Luís Potosí, México. https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/1381.pdf

Contreras, L. C. y Carrillo J. (1996). Diversas concepciones sobre resolución de problemas en el aula. *Educación Matemática, 10*(1), 26-37. http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol10/1/04Contreras.pdf

Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(4), 613–642.

Crujeiras, B. y Cambeiro, F. (2017). ¿Cómo podemos averiguar si Limpics es un fraude? Aprendiendo a diseñar investigaciones en educación secundaria. *Educación Química, 28*(3), 174-180. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2017000300174&script=sci_arttext

Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la Ciencia diseñando un experimento sobre pasta de dientes. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales,* (72), 12-19.

Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2015a). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12*(3), 385-401. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2931/2644

Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2015b). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias, 33*(1), 63-84. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v33-n1-crujeiras-jimenez/376855

Crujeiras, B. y Puig, B. (2014). Trabajar la naturaleza de la ciencia en la formación inicial del profesorado planificando una investigación. *Educació Química EduQ, (*17), 55-61. https://www.researchgate.net/publication/283570014_Trabajar_la_naturaleza_de_la_ciencia_en_la_formacion_inicial_del_profesorado_planificando_una_investigacion

Cruz-Lorite, I. M. y Martín-Gámez, C. (2021). Naturaleza de la ciencia y metodología científica. *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza.* https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/22463/Naturaleza%20de%20la%20ciencia%20y%20metodologi%20a%20cienti%20fica.pdf?sequence=1

De Miguel, M. (2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 20*(3), 71-91. https://www.redalyc.org/pdf/274/27411311004.pdf

Del valle, M. y Curotto, M. M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 7*(2), 463-479.

Diosa, Y. (2012). *Enseñanza-Aprendizaje de la Cinemática Lineal en su Representación Gráfica bajo un Enfoque Constructivista: Ensayo en el Grado Décimo de la Institución Educativa Pbro. Juan J. Escobar* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10389/43535049.2012.pdf?sequence

Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Terragrosa, J., Salinas, J., Trumper, R. y Valdés, P. (2003). La enseñanza de le energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Cuaderno Brasilero de Enseñanza de la Física, 20*(3), 285-310.

Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, G. y Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física, 14*(1), 45-60. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15998/15790

Edelsztein, V. C. y Galagovsky, L. R. (2021). Identificar y responder preguntas resolubles mediante un diseño experimental: una experiencia con docentes de escuela primaria. *Ciência & Educação (Bauru), 27*, 1-17.

Ercan, F. y Tasdere, A. (2011). *Identification of teacher candidates skills in designing experiments with various assessment tools* [sesión de conferencia]. Kusadasi, Turquía.

Escudero, T. (1985). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias un panorama complejo. *Revista educación,* (278), 5-25. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/70063/00820073003371.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fernández, J., Medina, M. y Elórtegui, N. (2003). Enseñar a profesores con situaciones problemáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2*(3), 263-270. http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen2/REEC_2_3_4.pdf

Fernández, N. E. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. *Técne, Episteme y Didaxis: TED,* (44), 203-218. http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-203.pdf

Fernández, R. (2015). *Ideas alternativas de los estudiantes del curso de Física 1, de la facultad de Ingeniería, sobre la mecánica* [tesis de maestría, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2239/MAE_EDUC_126.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ferrés-Gurt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(2), 410-426. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3395/3114

Ferrés-Gurt, C., Marbá., A. y Sanmartí, N. (2015). Trabajo 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

Fonseca, J. J. y Gamboa, M. E. (2017). Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias. *Boletín virtual, 6*(3), 83-112. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/211/208

Franco-Mariscal, A. J., Blanco-López, A. y España-Ramos, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas.

Enseñanza de las Ciencias, 32(2), 649-667. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n3-franco-mariscal-blanco-lopez-espana-ramos/375715

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. XI Foro Latinoamericano de Educación* (1.ª ed.). Santillana. https://core.ac.uk/download/pdf/143615077.pdf

Furman, M., Barreto, M. y Sanmartí, N. (2013). El procés d'aprendre a plantejar preguntes investigables. *Educació Química EduQ,* (14), 1-28.

Garcés, D. S. (2017). *Propuesta Metodológica Basada en Indagación Científica, para la Enseñanza de la Unidad Nuestro Sistema Solar, en la Asignatura de Ciencias Naturales, 3° año Básico* [tesis de pregrado, Universidad de Concepción]. http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2270

García, A. (2006). Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3*(3), 496-506. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/16347/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, A. y Gil, M. R. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5*(2), 304-322. http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/15499/Entornos%20constructivistas.pdf?sequence=2

García, M. E. (2014). Los recursos de Internet y la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria. https://idus.us.es/handle/11441/32716

García, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 8*, 370-392. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2728/2376

García, R. y Sánchez, D. (2009). La enseñanza de conceptos físicos en secundaria: diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. *Latin-American Journal of Physics Education*, *3*(1), 62-67.

Giacosa, N., Zang, C. y Giorgi, S. (2012). TIC en la enseñanza y el aprendizaje de electrostática. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 957-961. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19406/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias, 9*(1), 69-77. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51357

Gil, D. y Martínez, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education, 5* (4), 447-455. https://doi.org/10.1080/0140528830050408

Gil, D. y Valdés, P. (1997). La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista de Enseñanza de la Física, 10*(2), 5-20.

Gil, D., Martínez, 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://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/170906/51079-93026-1-PB.pdf?sequence=1

Gómez, C. J. y Rodríguez, R. A. (2014). Aprender a enseñar ciencias sociales con métodos de indagación. Los estudios de caso en la formación del profesorado. *Revista de docencia Universitaria, 12*(2), 307-325. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845500

González, K. I. (2013). *Percepción sobre la metodología indagatoria y sus estrategias de implementación en la enseñanza de las ciencias naturales en el Liceo experimental Manuel de Salas* [tesis de maestría, Universidad de Chile]. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/129968/RESUMEN%20TESIS.pdf?sequence=2

Guisasola, J., Zuza, K., Garmendia, M. y Barragués, J. J. (2015). Resolver ejercicios no es fácil. El papel de la metodología científica en la resolución de problemas de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física, 37*(3), 3508. https://www.scielo.br/j/rbef/a/wgSMP3hvtyvxdpTqMPXPJzN/?format=pdf&lang=es

Gutiérrez, M. (s.f.). *Bolita que rueda por un plano inclinado.* Instituto de Matemática y Física.

Hamed, S., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza de las ciencias en un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(2), 476-492. http://hdl.handle.net/10498/18301

Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias.* (7.ª ed.). Madrid: Morata.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed., vol. 4). McGraw-Hill Interamericana.

Huamani, D. (2018). *Enseñanza aprendizaje mediante módulos experimentales en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física I de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería durante el año 2017* [tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/3568

Ibáñez, M. T. (2003). *Aplicación de una metodología de resolución de problemas como investigación para el desarrollo de un enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad en el currículo de biología de educación secundaria* [tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. https://eprints.ucm.es/id/eprint/4635/1/T26460.pdf

Ibáñez, M. T. y Martínez-Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics (II): Conceptual Restructuring. *International Journal of Science Education, 27*(12), 1495-1519. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690500186584

Imbert, D. y Elosegui, E. (2019). Proyectos de indagación: su impacto en la competencia científica en estudiantes de Uruguay. *International Journal of New Education,* (3), 103-124. https://revistas.uma.es/index.php/NEIJ/article/view/6561/6097

İpek, H. y Demir, O. (2020). Science Teachers' Views of Socio Scientific Issues. *International Journal of Progressive Education, 16*(1), 237-256.

Jaimes, E. M. (2018). *Proyectos de innovación educativa y el aprendizaje de la Ciencia y Tecnología en el sistema educativo peruano* [trabajo de suficiencia, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3833

Linn, M. C., Davis, E. A. y Bell, P. (eds.). (2004). *Internet Environments for Science Education.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

López, D. B. y Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso desimulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Latin-American Journal of Physics Education, 11*(2), 2322.

Manassero, V., Vázquez, A. y Acevedo, J. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las ciencias, 22*(2), 299-312. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/21560

Martín, I. (2018). *Física General* (1.ª ed., vol. 1). https://infolibros.org/pdfview/883-fisica-general-v-11-ignacio-martin-bragado/

Martínez-Aznar, M. M. e Ibáñez, M. T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 193-206. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n2/02124521v24n2p193.pdf

Martínez-Aznar, M. M. y Bárcena, A. I. (2013a). 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,* 2148-2153.

Martínez-Aznar, M. M. y Bárcena, A. I. (2013b). Una actividad de indagación en un aula de diversificación: «¿Es beneficioso masticar bien para realizar una buena digestión?». *Educació Química EduQ,* (14), 19-28. https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000200%5C00000091.pdf

Martínez-Aznar, M. M. y Varela, M. 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

Martínez-Aznar, M. M., Rodríguez-Arteche, I. y Garitagoitia, M. A. (2013). La planificación de investigaciones y su evaluación en 4° de ESO. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2160-2165. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307755/397734

Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquirí. *The Science Teacher, 69*(2), 34- 37. https://www.proquest.com/openview/cd2b9d441604a1285e33f7c6841bd280/1?pq-origsite=gscholar&cbl=40590

Matemáticas Románticas. (2018). *Deducción de fórmulas en: MRU Y MRUA (MRUV)* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=3VuvIEAqHqw&t=637s

Maturano, C. I., Soliveres, M. A., Perinez, C. y Álvarez, I. (2016). Enseñar ciencias naturales es también ocuparse de la lectura y del uso de nuevas tecnologías. *Ciencia, Docencia y Tecnología, 27*(53), 103-117. http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n53/n53a05.pdf

Matute, K. J. (2019). *Aprendizaje significativo en los procesos de enseñanza de la segunda ley de newton utilizando la clase invertida. Propuesta: guía interactiva en la resolución de problemas en Moodle* [trabajo de investigación, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43502/1/BFILO-PFM-19P18.pdf

Mejía, C. (ed.). (2012). *Física.* (2.ª ed.). Perú: Santillana.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 14*(3), 289-302.

Mellado, V., Nieto, L. J. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía.* https://www.researchgate.net/publication/263932810_Aprender_a_ensenar_ciencias_experimentales_en_la_formacion_inicial_del_profesorado_Estudios_de_caso_sobre_la_ensenanza_de_la_energia

Méndez, G. y Rodríguez, S. (2014, 8-10 de octubre). *Physics Tracker: Una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico en bachillerato.* [Sesión de Conferencia]. VI Congreso Internacional sobre formación de profesores de Ciencias, Bogotá. https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/3381/2938

Mendoza, R. A. y Colamarco, I. W. (2022). Estrategias Didácticas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Desarrollo del Pensamiento Científico. *Dominio de las Ciencias, 8*(1), 859-875. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383512

Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *Informe PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes.* https://www.observatoriodelainfancia.es/ficherosoia/documentos/5943_d_InformePISA2018-Espana1.pdf

Ministerio de Educación. (2016). *Programa curricular de Educación Básica*. Minedu. http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf

Ministerio de Educación. (2018). *Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología: guía para docentes de Educación primaria.* Minedu. https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6399

Mosquera, Y. (2012). *La segunda ley de Newton: propuesta didáctica para estudiantes del grado décimo de educación media de la escuela normal superior de Neiva* [trabajo de investigación, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10185/yamidmosqueramedina.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Näslund-Hadley, E., Thompson, J. y Norsworthy. M. (2010). Despertando la curiosidad científica en Perú. *Aportes del BID,* (7), 1-4. https://publications.iadb.org/handle/11319/3882?locale-attribute=es

National Research Council. (1996). *National Science Educational Standars*. Washington DC: National Academy Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.

Newman, W., Abell, S., Hubbard, P., McDonald, J., Otaala, J. y Martini, M. (2004). Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education, 15*(4), 257-279.

Nieva, M. C. (2015). La representación del movimiento como problematización para enseñar M.R.U. y M.R.U.V. *Revista Enseñanza de la Física,* 27(1), 53-60. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/11411/11887

Nonajulca-Córdova, D. (2018). *Las actividades experimentales con nivel de indagación guiada y abierta y su impacto en la formación de futuros docentes* [tesis de pregrado, Universidad de Piura].

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). *Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015 Ciencias, Matemáticas, Lectura y Competencia financiera.* http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2015/07/Marco-de-evaluacion-PISA-2015.pdf

Ortiz-Revilla, J. y Greca, I, M. (2017). Propuesta de una programación didáctica de ciencias de la naturaleza en educación primaria a través de la indagación científica. *Enseñanza de las*

ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 5341-5346. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337699/428498

Otero, H. R., Collazos, C., Isaza, J. J., Pimienta, M. y Pedraza, L. (2018). Uso del software Tracker como apoyo en la estrategia de enseñanza del análisis de la dinámica de los cuerpos. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería,* (109), 63-70. https://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci/article/view/40/36

Pabón, J. D., Cardona, M. E., López, S., Arias, V. y Jiménez, J. (2021, 13-15 de octubre). *Recursos educativos digitales en los trabajos prácticos de laboratorio en física* [Sesión de conferencia]. IX Congreso Internacional sobre formación de profesores de Ciencias, Bogotá. https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15127/9933

Padilla, J. E., Vega, P. L. y Rincón, D. A. (2014). Teoría fundamentada y sus implicaciones en investigación educativa: el caso de Atlas.ti. *Revista de investigaciones UNAD, 13*(1), 23-39.

Palacios, C. y Zambrano, E. (1993). *Aprender y enseñar ciencias: una relación a tener en cuenta* [boletín n.° 31]. Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe. UNESCO/OREALC. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000095252_spa

Paricio-Muñoz, S. (2014). *Análisis de las dificultades en la comprensión de la Cinemática en Bachillerato. Evaluación del uso de Tracker para facilitar el aprendizaje* [Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja]. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2719/paricio%20mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Parrales, T. L. y Tínoco, M. L. (2009). *Dificultades para resolver problemas de Física en la unidad Movimiento Rectilíneo que presentan los estudiantes del IV año de bachillerato del Instituto Nacional San José del municipio Terrabona departamento Matagalpa* [trabajo monográfico de pregrado, Universidad Autónoma de Nicaragua]. http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4811/1/212884.pdf

Pavón, 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://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n3-pavon-martinez-aznar/375723

Perales, F. J. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias, 20*(3), 369-386.

Perdomo-Rodríguez, W. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo Flipped Classroom. EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* (55), 0-17. https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/618/Edutec_n55_Perdomo

Pérez, J. I. (2015, 31 de julio). Los experimentos con bolas y planos inclinados. https://culturacientifica.com/2015/07/31/galileo-v-los-experimentos-con-bolas-y-planos-inclinados/

Perrotta, M. T., Dima, G., Capuano, V., Follari, B., De la fuente, A. M. y Gutiérrez, E. (2009). La Energía. Planificación, aplicación y evaluación de una Estrategia Didáctica para un curso universitario de Física Básica en carreras de Ciencias Naturales. *Latin-American Journal of Physics Education, 3*(2), 350-360. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693159

Picos, A. M. y Mora. C. (2020). Aprendizaje de la energía mecánica y sus propiedades desde la perspectiva estratégica. *Latin-American Journal of Physics Education*, *14*(1), 1306.

Pinto, G. y Moreno, L. (2021). Innovación educativa en Física y Química en tiempos de pandemia. Una iniciativa para destacar la labor del profesorado en una etapa histórica singular. *Anales de Química de la revista de la Real Sociedad Española de Química, 117*(3), 226-232. https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1713/2263

Poma, J. M. (2022). *Caso de estudio: análisis de las capacidades de la competencia Indaga en las actividades experimentales propuestas por futuros profesores de Matemática y Física de la Universidad de Piura* [tesis de pregrado, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5573/EDUC_2209.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pomés, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. *Enseñanza de las ciencias, 9*(1), 78-82. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51358/93107

Pozo, J. I., Postigo, Y. y Gómez, M. A. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencia. *Revista Alambique, 5*, 16-26. https://repositorio.uam.es/handle/10486/662153

Profesor Sergio Llanos. (2016). *Cantidad de Movimiento o Momentum lineal – linear momentum* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=-ZJmQ0RCXto

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria.* Síntesis educación.

Quiñónez, O. L., Benítez, M. y Alba, C. A. (2016). La experimentación como estrategia para el desarrollo de la competencia científica indagativa. *Revista El centauro,* (11), 43-54.

Ramos, C. Y. (2009). La influencia del aprendizaje colaborativo en el entendimiento de conceptos de física a nivel bachillerato [tesis de maestría, Universidad Virtual Escuela de Graduados en Educación]. https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/569244/DocsTec_7223.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Raymundo, P. M. (2017). *Resolución de problemas matemáticos en los estudiantes del primer año de secundaria de la institución pública Antenor Orrego Espinoza, San Juan de Lurigancho, 2016*

[tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12797/Raymundo_CPM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Real Academia Española. (2019). Móvil. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 05 de junio de 2020. https://dle.rae.es/m%C3%B3vil?m=form

Real Academia Española. (2019). Situación. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 02 de junio de 2020. https://dle.rae.es/situaci%C3%B3n?m=form

Real Academia Española. (2019). Trayectoria. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 05 de junio de 2020. https://dle.rae.es/trayectoria?m=form

Real Academia Española. (2022). Fuerza. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 16 de junio de 2022. https://dle.rae.es/fuerza?m=form

Real Academia Española. (2022). Gravedad. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 16 de junio de 2022.

Real Academia Española. (2022). Masa. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 16 de junio de 2022. https://dle.rae.es/masa?m=form

Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química, 23*(4), 415-421. http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a2.pdf

Rivera, J. L. (2004). El aprendizaje significativo y la evaluación de los aprendizajes. *Revista de Investigación Educativa, 8*(14), 47-52.

Roa, M. (2008). Propuesta de enseñanza de los conceptos de Trabajo y Energía Mecánica, fundamentada en la Teoría de Ausubel. *Revista Iberoamericana de Educación, 44*(7), 1-17. https://rieoei.org/historico/deloslectores/1943Roa.pdf

Rodrigues, M. A. (2010). A equação de Torrellini e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). *Revista Brasileña de Educación Física, 32*(4), 4307.

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., Bárcena, A. I., Rosa, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2019). Aprendizaje indagativo sobre los cambios físicos y químicos en la formación inicial del profesorado de secundaria. *Ápice. Revista de Educación, 3*(2), 1-20. https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4657

Rodríguez-Arteche, I., Martínez-Aznar, M. M. y Garitagoitia, M. A. (2016). La competencia sobre planificación de investigaciones en 4°de ESO: un estudio de caso. *Revista Complutense de Educación, 27*(1), 329-351. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/121529/46356-94475-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, A., Joglar, C. y Jara, R. (2020). Promoviendo la Formulación de Buenas Preguntas en la Clase de Biología en Secundaria: una propuesta didáctica a partir de situaciones problema. *Ciência & Educação (Bauru), 26*, 1-17.

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. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335/3088

Rosa, D. (2016). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2° de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas* [tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. https://eprints.ucm.es/id/eprint/40345/1/T38080.pdf

Rosa, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2017). La resolución de una situación problemática de ecología para el desarrollo de la competencia científica en 1° De bachillerato internacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 1407-1413. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335300/426128

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://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/195743/Novalbos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rubio, F. (1985). *Física: conceptos básicos*. (3.ª ed.). España: Interinsular Canaria S. A.

Ruiz, F. J. (2010). Las competencias científicas en el contexto catalán, una mirada crítica al término y su conceptualización en la política educativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 6*(1), 75-93. https://www.redalyc.org/pdf/1341/134124444005.pdf

Sáez, M. J. y Cortés, A. L. (2019). ¿Cómo cambian las ideas de los estudiantes de Máster de Profesorado sobre una actividad práctica de campo tras su vídeo-análisis y discusión en pequeños grupos? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16*(2), 2602. https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/21356/2602.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salazar, R. A. (2015). *Física I.* (1.ª ed.). México. http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1389/Fisica%20I%20autor%20Secretaria%20de%20Educacion%20Publica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, A., Jaimes, O., Jiménez, F., Magallán, C. O. y Álvarez, J. L. (2016). Diseños experimentales caseros para la enseñanza de conceptos electromagnéticos en el Tecnológico Nacional de México. *Revista Ibero-americana de Educação, 70*(2), 45-62. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/176180/v.70%20n.2%20p%2045-62.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, E. y Zúñiga, L. (2011). La importancia de contar con información precisa, confiable y oportuna en las bases de datos. *Revista Nacional de Administración, 2*(2), 145-154.

Sanmartí, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencia en secundaria: un reto muy completo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado,* (40), 31-48. https://ddd.uab.cat/pub/artpub/2001/204329/revintforpro_a2001v40n15p31.pdf

Santos, G. y Stipcich, S. (2009). Múltiples representaciones en los applets: una alternativa para la apropiación de los códigos básicos en ciencia y tecnología. *Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación,* (69). https://www.redalyc.org/pdf/1995/199520330069.pdf

Schwartz, R. S., Lederman, N. G. y Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry, *Science Education*, 88(4), 610-645.

Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería.* (7.ª ed.). México: Cengage Learning.

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

Sevilla, I. (2016). La energía: energía cinética. http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/trabajo/trapoenedinewton4.htm?1&0

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales,* (21), 91-117. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999

Solé-Llussá, A., Aguilar, D., Ibáñez, M. y Coiduras, J. (2017). Análisis de la indagación científica a partir de las comunicaciones realizadas en congresos de ciencias dirigidos a alumnos de educación infantil y primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,* 1103-1108. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335147/425933

Soto, I. S., Moreira, M. A. y Sahelices, C. C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 17*(1), 27-41.

Tamir, A. y Ruiz, F. (2008). La Segunda Ley de Newton a través del arte. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8751/1/Newton's%202nd%20law.pdf

Tello, D. A. (2022). *La Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) aplicada en la resolución de situaciones problemáticas abiertas contextualizadas sobre circuitos eléctricos pro futuros profesores de Matemática y Física* [tesis de pregrado, Universidad de Piura]. https://www.udep.edu.pe/biblioteca1/wp-content/uploads/sites/4/2021/07/Normativa-de-estilo-de-los-trabajos-escritos-para-optar-a-grado-o-titulo-profesional.pdf

Temiz, B. K. (2020). Assessing Skills of Identifying Variables and Formulating Hypotheses Using Scenario-Based Multiple-Choice Questions. *International Journal of Assessment Tools in Education, 7*(1), 1-17.

Torres, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare, 14*(1), 131-142. https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf

Torres, S. (2013). *La enseñanza de la cinemática apoyada en la teoría del aprendizaje significativo, la solución de problemas y el uso de applets* [trabajo de investigación para maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20925/71672894.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uzcátegui, Y. y Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación, 37*(78), 109-127. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142013000100006

Vaccaro, D. y Ocón, A. C. (2007). *Física.* (1.ª ed.). Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.

Varela, M. (1994). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos* [tesis doctoral, Universidad Complutense]. https://eprints.ucm.es/id/eprint/2240/1/T19335.pdf

Varela, M. P. y Martínez-Aznar, M. M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias, 15*(2), 173-188. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21489/93524

Vargas, D. M. (2011). *Enseñanza de la segunda ley de Newton a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10483/dianamarcelavargascontreras.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vargas, D., Teherán, P. y León, J. C. (2012). Enseñanza de la segunda ley de newton a través de un objeto virtual de aprendizaje. *Revista TECKNE, 10*(2), 26-31.

Vásquez, S., Bustos, P., Núñez, G. y Mazzitelli. (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

Wheeler, L. B., Bell, R. L., Whitworth, B. A. y Maeng, J. L. (2015). The Science ELF: Assessing the enquiry levels framework as a heuristic for professional development. *International Journal of Science Education, 37*(1), 55–81.

Wilson, J. D., Buffa, A. J. y Lou, B. (2007). *Física*. (6.ª ed.). México: Pearson educación.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education, 87*(1), pp. 112-143. http://dx.doi.org/10.1002/sce.10044

Xokopepe enseña. (2021). *Parte 1. Deducción de la segunda ley de newton usando definición y conservación de momentum* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WHWo3wijIyk

Yaranga, R. C. (2015). *Procesos de indagación científica que generan los docentes en la enseñanza del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente. I.E. 7059. UGEL 01. Lima. 2015* [tesis de maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/95

Young, H. y Freedman, R. (2009). *Física Universitaria*. (12.ª ed.). México: Pearson Educación.

Yrivarren, M. (ed.). (2016). *Ciencia, Tecnología y Ambiente 5.* (1.ª ed.). Perú: Santillana. https://www.cyberdocentes.com/library/libro-texto-cta-quinto-grado-santillana/

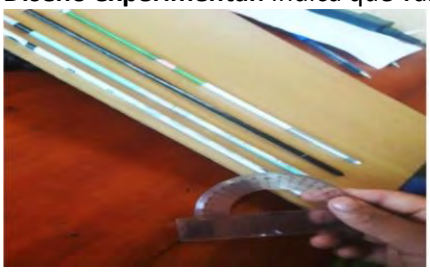
Yus, R., Fernández, M., Gallardo, M., Barquín, J., Sepúlveda, M. P. y Serván, M. J. (2011). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación, 360*, 557-576. https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2013/re360/re360-25.html

Zalamea, E., Arbey, J. y Paris, M. R. (1997). *Física 10*. Colombia: Educar.

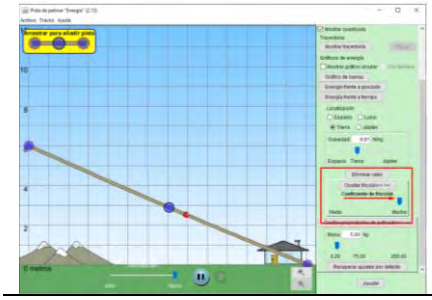
UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

Apéndices

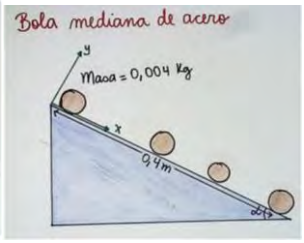
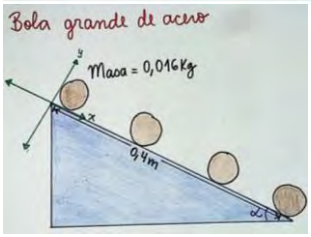
Apéndice A. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis para el futuro docente A9

Información extraída del informe	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 8) "Correcto"
Pregunta investigable: ¿Qué canica recorre en menor tiempo el plano inclinado si variamos [*sic*] aumentamos el ángulo? **Hipótesis** La canica que recorre más rápido el plano inclinado es la que más se aproxima al ángulo de 90°. **Diseño experimental:** indica que variará el ángulo. 	Si la hipótesis guarda relación con la pregunta investigable y con el diseño experimental. **Explicación:** Se consideró correcto debido a que la hipótesis emitida está directamente relacionada con la pregunta investigable en la cual manifiesta que lo que va a variar es el ángulo del plano inclinado. Respecto al diseño experimental, realiza una explicación en su procedimiento de la construcción del plano inclinado donde indica la variación del ángulo.

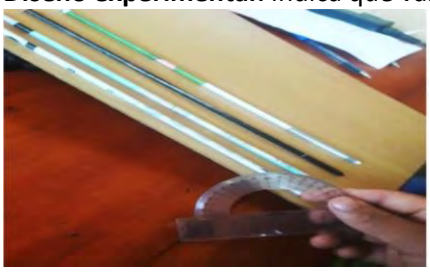
Apéndice B. Ejemplificación y justificación de la evaluación para el planteamiento de hipótesis para el futuro docente A1

Información extraída del informe del futuro docente A1	Análisis realizado
Pregunta investigable: La actividad está pensada hacia la identificación de "qué canica va más rápido". La velocidad es un factor que se relaciona directamente, así como la aceleración del cuerpo, pues a más aceleración más es la velocidad que se experimenta en función del tiempo. Ante esto, para poder identificar cuál canica va más rápido, nos centraremos en el tiempo que tardan las canicas en recorrer la superficie del plano inclinado. Como punto de partida, se tomará el punto más alto del plano inclinado; y como punto de llegada, el suelo. Aquella canica que llegue al suelo en el menor tiempo será la que "va más rápido", pues habrá experimentado más velocidad a partir de la aceleración, por tanto, el recorrido al suelo lo hará en menos tiempo. **Hipótesis** ✓ Las canicas con mayor masa irán más rápido. ✓ A menor fricción las canicas irán más rápido. **Diseño experimental:** Variar la masa: Cambiar el rozamiento o fricción: 	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 8)** "Parcialmente correcto" Si la hipótesis guarda relación con la pregunta investigable o con el diseño experimental. **Explicación:** Se consideró parcialmente correcto debido a que las hipótesis se relacionan con el diseño experimental, pero no con la pregunta investigable. El futuro docente explica la situación problemática que se le ha planteado, pero no formula una pregunta de investigación; por otro lado, el futuro docente se propone a comprobar dos hipótesis las cuales son válidas en relación con la situación problemática, esto se manifiesta en su explicación del procedimiento que seguirá mediante el uso de un aplicativo educativo.

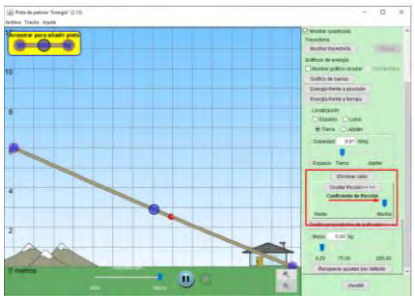
Apéndice C. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A7

Información extraída del informe del futuro docente A7	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 9) "Correcto" Las variables se ubican correctamente si son dependientes, independientes y de control, y además guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental planteados. **Explicación:** Se consideró correcto porque las variables: independiente, dependiente y de control están bien identificadas, guardan relación con la pregunta investigable ya que esta se propone a experimentar teniendo en cuenta las bolas de acero en la cual su diferencia radica en la masa de cuada una. Guardan relación con la hipótesis debido a que se plantea comprobar cuál de las bolas de acero llega en menor tiempo teniendo así menor o mayor Energía mecánica. Guardan relación con el diseño experimental debido a que describe como las bolas de acero ruedan desde una altura igual para todas y por una rampa que tiene la misma longitud.
Pregunta investigable: ¿El tiempo de llegada será el mismo para cada bola de acero? ¿La energía mecánica se conserva en las tres situaciones? **Hipótesis** Supongo que la canica o bola pequeña de acero rodará más rápido en un plano inclinado y, por lo tanto, llegará en menos tiempo. También, puede que la energía mecánica varíe ya que influye la masa de cada bola de caro. **Diseño experimental:** Lo que varía es la masa de las canicas.   **Variables experimentales:** Variable independiente: las canicas o bolas de acero con diferentes masas Variable dependiente: el tiempo de llegada de cada bola de acero Variable de control: la altura de la caída, la longitud de la tabla.	

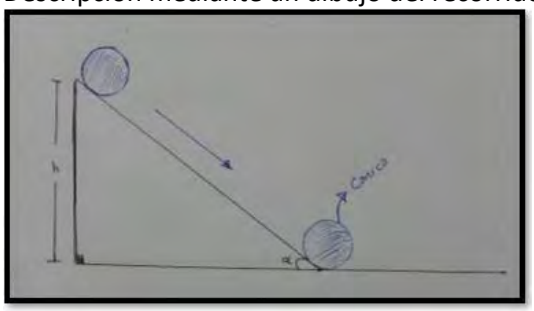
Apéndice D. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A9

Información extraída del informe del futuro docente A9	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 9) "Parcialmente correcto"
Pregunta investigable: ¿Qué canica recorre en menor tiempo el plano inclinado si variamos [*sic*] aumentamos el ángulo? **Hipótesis** La canica que recorre más rápido el plano inclinado es la que más se aproxima al ángulo de 90°. **Diseño experimental:** indica que variará el ángulo.  **Variables experimentales:** Variable independiente: Las canicas (son tres: A, B y C). Variable dependiente: Tiempo, velocidad Variables de control: El ángulo	Las variables se ubican parcialmente correctas si son dependientes, independientes y de control, y/o además guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental planteados. **Explicación:** Se consideró parcialmente correcto debido a que la variable dependiente está bien identificada, pero existe una confusión en la identificación de la variable independiente y de control, se ha confundido. Si es que se hacen las correcciones respectivas, estas variables guardan relación con la pregunta investigable, diseño experimental e hipótesis debido a que lo que se pretende es calcular el tiempo de llegada variando el ángulo del plano inclinado.

Apéndice E. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la identificación de variables para el futuro docente A1

Información extraída del informe del futuro docente A1	Análisis realizado
Pregunta investigable: La actividad está pensada hacia la identificación de "qué canica va más rápido". La velocidad es un factor que se relaciona directamente, así como la aceleración del cuerpo, pues a más aceleración más es la velocidad que se experimenta en función del tiempo. Ante esto, para poder identificar cuál canica va más rápido, nos centraremos en el tiempo que tardan las canicas en recorrer la superficie del plano inclinado. Como punto de partida, se tomará el punto más alto del plano inclinado; y como punto de llegada, el suelo. Aquella canica que llegue al suelo en el menor tiempo será la que "va más rápido", pues habrá experimentado más velocidad a partir de la aceleración, por tanto, el recorrido al suelo lo hará en menos tiempo. **Hipótesis** ✓ Las canicas con mayor masa irán más rápido. ✓ A menor fricción las canicas irán más rápido. **Diseño experimental:** Variar la masa: Cambiar el rozamiento o fricción:  **Variables experimentales:** Variable independiente: Tiempo (que tarda en llegar al suelo). Variable dependiente: Masa, coeficiente de fricción. Variables de control: Altura y ángulo del plano; velocidad inicial igual a 0.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 9)** "Incorrecto" Las variables se ubican de manera incorrecta si no son dependientes, independientes y de control, no guardan relación con la pregunta investigable, las hipótesis y el diseño experimental o no se hizo una presentación de estas. **Explicación:** Se consideró incorrecto debido a que ha confundido la variable dependiente con la variable independiente y viceversa. Si se llegarán a realizar las correcciones respectivas solo estas variables guardarían relación con el diseño experimental y las hipótesis, pero no con la pregunta investigable, ya que esta nunca se llegó a formular. Por ende, al tener confusiones en su identificación y no guardar relación con la pregunta investigable se considera como incorrecta.

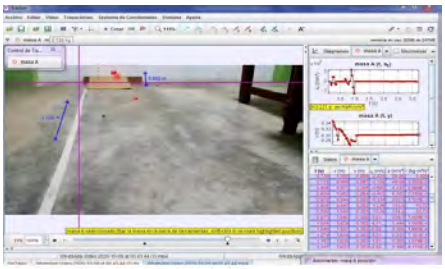
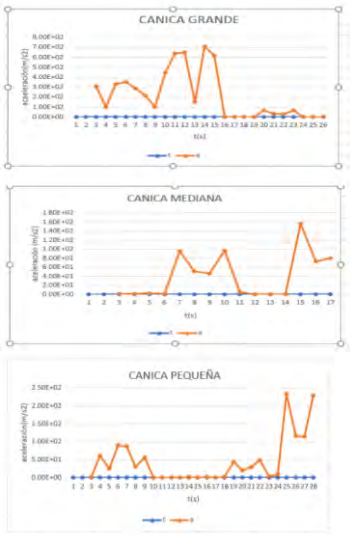
Apéndice F. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" por el futuro docente A4

Información extraída del informe del futuro docente A4	Análisis realizado
Pregunta investigable: ¿Qué canica baja más rápido en un plano inclinado si tomamos una con masa y volumen mayor que la otra? **Hipótesis** La hipótesis es que la canica A, con mayor masa y volumen, se va a desplazar con mayor rapidez en el plano inclinado. **Diseño experimental:** Descripción mediante un dibujo del recorrido de la canica.  Ejecución de lo establecido en el dibujo previsto. **Procedimiento:** El experimento se llevará a cabo a través de los siguientes pasos: • Elaboramos un plano inclinado con cartulina. • Dejamos que ruede la primera canica, que será la más grande, y desde hoy en adelante será la canica A. • Grabamos el suceso, y controlamos el tiempo. • Repetimos los dos pasos anteriores con la segunda canica, que es la más pequeña y será la canica B. • Editamos los videos. Se realiza el análisis numérico correspondiente. **Variables experimentales:** Variable independiente: La masa y volumen de las canicas Variable dependiente: Tiempo que tarda una canica en desplazarse en un plano inclinado. Variable de control: La longitud y la altura del plano inclinado.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 10)** "Correcto" Si el diseño experimental está detallado, claro, presentado mediante dibujos o imágenes, y además tiene relación con la pregunta investigable, hipótesis y variables, entonces es considerado correcto. **Explicación:** Se consideró correcto debido a que en su informe ha presentado los pasos que va a seguir en su experimentación, presenta dibujos y fotos de los materiales y procedimiento; además, su diseño guarda relación con su pregunta investigable, la hipótesis que ha emitido y las variables que ha identificado para su trabajo.

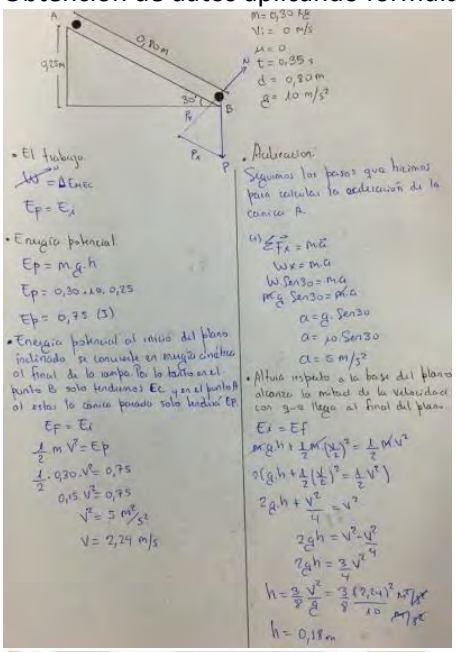
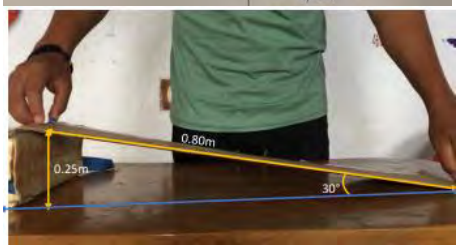
Apéndice G. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Diseña estrategias para hacer indagación" por el futuro docente A1

Información extraída del informe del futuro docente A1	Análisis realizado
Pregunta investigable: La actividad está pensada hacia la identificación de "qué canica va más rápido". La velocidad es un factor que se relaciona directamente, así como la aceleración del cuerpo, pues a más aceleración más es la velocidad que se experimenta en función del tiempo. Ante esto, para poder identificar cuál canica va más rápido, nos centraremos en el tiempo que tardan las canicas en recorrer la superficie del plano inclinado. Como punto de partida, se tomará el punto más alto del plano inclinado; y como punto de llegada, el suelo. Aquella canica que llegue al suelo en el menor tiempo será la que "va más rápido", pues habrá experimentado más velocidad a partir de la aceleración, por tanto, el recorrido al suelo lo hará en menos tiempo. **Hipótesis** ✓ Las canicas con mayor masa irán más rápido. ✓ A menor fricción las canicas irán más rápido. **Diseño experimental:** Variar la masa: Cambiar el rozamiento o fricción: **Procedimiento:** • Descargar el applet. • Generar las condiciones del problema. • Experimentar según las condiciones de las variables. • Recoger información. **Variables experimentales:** Variable independiente: Tiempo (que tarda en llegar al suelo). Variable dependiente: Masa, coeficiente de fricción. Variables de control: Altura y ángulo del plano; velocidad inicial igual a 0.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 10)** "Parcialmente correcto" Si el diseño experimental está detallado, claro, presentado mediante dibujos o imágenes, y tiene relación con uno o dos criterios como: la pregunta investigable, hipótesis o las variables, entonces es considerado parcialmente correcto. **Explicación:** Se consideró parcialmente correcta debido a que presenta su diseño experimental de manera clara y mediante imágenes de capturas de pantalla de un simulador, pero este diseño experimental no guarda relación con la pregunta investigable, ya que este futuro docente no presenta en su informe una formulación de la situación problemática.

Apéndice H. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" por el futuro docente A8

Información extraída del informe del futuro docente A8	Análisis realizado
Registro de los datos: Registro de los datos proporcionados por el programa Tracker.  **Presentación de los datos:** Presentación mediante gráficos.  **Identificación de posibles errores al tomar medidas:** • He considerado las masas de las canicas debido a que no tengo una balanza para obtenerlas de manera exacta. • El piso de mi casa lo vi liso, pero está mal porque hay desniveles. • Mi rampa tenia [*sic*] como una parte alta al finalizar. • Mi internet pésimo y cortes de luz constantemente y eso implica quedarme sin internet.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 11)** "Correcto" Si toma de manera correcta datos en números y representaciones (aplicando fórmulas o realizando más de una medida), registra los datos en tablas, gráficos y unidades de medida y toma en cuenta posibles errores al tomar las medidas. **Explicación:** Se consideró correcto debido a que el futuro docente A8 registro de manera directa los datos proporcionados por el programa Tracker, además los representó mediante gráficos estadísticos. Por otro lado, manifiesta posibles errores que debe tener en cuenta para obtener mejor análisis de los datos.

Apéndice I. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Genera y registra datos e información" por el futuro docente A2

Información extraída del informe del futuro docente A2	Análisis realizado
Registro de los datos: Obtención de datos aplicando fórmulas.   **Identificación de posibles errores al tomar medidas:** Ojo: En un plano inclinado sin fricción siempre podremos calcular la aceleración multiplicando la gravedad por el sen [*sic*] del ángulo.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 11)** "Parcialmente correcto" Si toma de manera parcialmente correcta datos en números y representaciones (aplicando fórmulas o realizando más de una medida), registra los datos en tablas, gráficos y/o unidades de medida y toma en cuenta posibles errores al tomar las medidas. **Explicación:** Se consideró parcialmente correcta debido a que el futuro docente A2 cumple con dos de los criterios de evaluación como son: la correcta obtención de resultados mediante la aplicación de las fórmulas del tema elegido y la anticipación de los errores de cálculo, pero no ha presentado una organización de los datos en tablas y gráficos.

Apéndice J. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" por el futuro docente A3

Información extraída del informe del futuro docente A3	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 12) "Correcto"
Comparación de resultados: Podemos darnos cuenta de que cada canica ha llegado al final del plano inclinado en distinto tiempo. • La canica Grande de 20,5 g ha llegado en 0.96 s. • La canica Mediana de 5 g ha llegado en 1.03 s. • La canica Pequeña de 2 g ha llegado en 1.18 s. **Conclusión emitida:** ✓ El tiempo con que recorren el plano inclinado las canicas, es diferente dependiendo de la masa que posea. Si la masa es grande, el tiempo que recorra el tramo será menor. Al contrario, si tenemos una masa pequeña, el tiempo que tarde en hacer el recorrido será mayor. ✓ La rapidez con que recorran el plano inclinado una canica depende de la masa que posea. Si la canica posee más masa, la rapidez que adquiera será mayor	Si el análisis de datos está bien fundamentado y las conclusiones son basadas en las pruebas experimentales. **Explicación:** Se consideró correcto lo emitido por el futuro docente A3 debido a que contiene todos los criterios que se han empleado, realiza una comparación de resultados que le permiten fundamentar su conclusión y esto permite entender que se han sacado de los resultados de las pruebas experimentales.

Apéndice K. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" por el futuro docente A8

Información extraída del informe del futuro docente A8	Análisis realizado
Comparación de resultados: • Según los datos emitidos por Tracker y su posterior traslado a Excel para obtener gráfica. • Como factor importante a considerar es como se describe la aceleración en el distinto tiempo en que se analiza el movimiento. • De la gráfica se deduce como la aceleración cambia cuando impacta con el suelo al irse en el plano liso debido a los desniveles. • El tipo de energía presente es una energía potencial (al tener una altura) y cinética ejercer un movimiento hace el piso **Conclusión emitida:** La hipótesis de que la canica "pequeña" era la que tenía más aceleración quedóa [*sic*] demostrada, que no es la que tiene más velocidad ya que las tres canicas a pesar de ser de un mismo material y de diferentes masas. Estas al ser soltadas en un mismo tiempo salen con una misma aceleración, al ser analizadas en el traker [*sic*]este capta todo el recorrido lo que se ve el desnivel y el cambio de aceleración que se produce, porque a pesar de eso en el grafica [*sic*] hecha en Excel se aprecia la conciencia [*sic*] de las tres aceleraciones de manera constante pero al haberlo hecho de manera física se ha notado esa aceleración igual en la que van, la diferencia de las tres es la distancia que recorren. La canica grande recorre mas [*sic*] debido a su mayor masa que le produce mayor fuerza a diferencia de las mas [*sic*] pequeñas la mediana recorre menos que la grande y la pequeña menos que las dos anteriores.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 12)** "Parcialmente correcto" Si el análisis de datos está poco fundamentado y las conclusiones son parcialmente basadas en las pruebas experimentales. **Explicación:** Se considera parcialmente correcto la conclusión emitida por el futuro docente A8 debido a realiza su análisis según la comparación de los datos emitidos por el programa Tracker, pero al momento de plantear su conclusión lo realiza explicando la comprobación de su hipótesis lo que no queda muy claro.

Apéndice L. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Analiza datos e información" por el futuro docente A13

Información extraída del informe del futuro docente A13	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 12) "Incorrecto" Si el análisis de datos no está realizado, solo se anotan los resultados obtenidos y/o no se han generado conclusiones.
Comparación de resultados: Siempre que la caja tenga menos peso que la caja con monedas llegará más rápido. **Conclusión emitida:** El cuerpo que tiene menos peso siempre irá más rápido.	**Explicación:** Se considera incorrecto lo emitido por el futuro docente A13 debido a que no realiza una comparación clara sobre sus resultados para realizar su análisis, solo expresa una afirmación que no se fundamenta con lo que ha obtenido en sus datos. Además, la conclusión no muestra una explicación detallada.

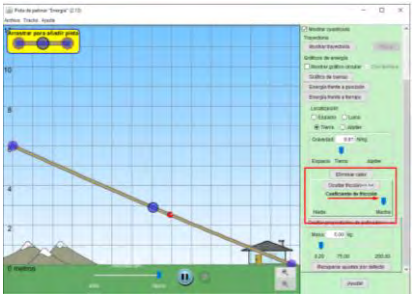
Apéndice M. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" por el futuro docente A7

Información extraída del informe del futuro docente A7	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 13) "Correcto"
Conclusión: El análisis de las gráficas nos permiten refutar la hipótesis ya que la canica o bola pequeña no es la que implementa meno [*sic*] tiempo para llegar al final de la tabla sino la canica grande ya que pierde menor energía. Se pueden apoyar en la teoría para afirmar o refutar los resultados. Un punto a considerar es cuando a la superficie se le agrega algún material de rozamiento ya que este influirá en el movimiento del objeto que en este caso es la canica o bola de acero. Cuando existe rozamiento la energía mecánica no se conserva ya que esta varía en su movimiento y su posición.	Si se tiene una sustentación de las conclusiones con datos teóricos y la presentación del trabajo de investigación tiene una estructura bien detallada. **Explicación:** Se considera correcto lo presentado por el futuro docente A7 debido a que presentó su trabajo siguiendo las fases de la MRPI, es entendible. Además, sustenta su conclusión en datos basándose en datos de la teoría.

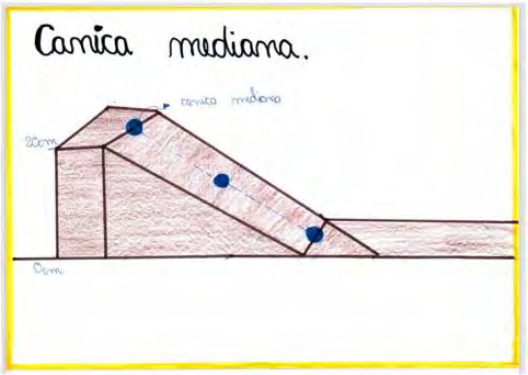
Apéndice N. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la capacidad "Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación" por el futuro docente A15

Información extraída del informe del futuro docente A15	Análisis realizado
	Criterio de Evaluación (Véase Tabla 13)
Conclusión: Tal y como se observa en las gráficas y las tablas extraídas de los resultados analizados en el tracker la canica de hierro es la que gana este encuentro con la canica de cristal ojo de gato. Pues la solución para determinar que canica va más rápido se tuvo que analizar la distancia que esta recorre en un determinado tiempo, para luego compararlo con la distancia que recorre la otra canica en el mismo intervalo de tiempo, es así, que la variable de tiempo mide la distancia recorrida de ambas canicas, estas distancias van variando conforme pasa el tiempo. La canica de hierro tomo ventaja desde un inicio, en el sexto punto a 0.167 segundos llego a recorrer 0.01 m, mientras que la canica de cristal llego a recorrer 0.009 m. manteniendo una ventaja hasta el final. Es así como la canica de hierro termino el recorrido del plano inclinado en tan solo 0.633 s, mientras la canica de cristal lo termino a 0.666 s llevando una ventaja de 0.033 segundos. Es decir, la canica de hierro llego 0.033 segundos antes que la canica de cristal. Respecto a los resultados obtenidos en el desarrollo del experimento Juan ahora puede afirmar que tenía razón en la formulación de la hipótesis, la canica con más peso es la que gano a la canica de cristal en llegar al final de la rampa.	"Parcialmente correcto" Si se tiene una sustentación de las conclusiones con datos teóricos de manera parcial y la presentación del trabajo de investigación tiene una estructura bien detallada. **Explicación:** Se considera parcialmente correcto lo presentado por el futuro docente A15 debido a que su conclusión la realiza mediante datos de su experimentación, pero no las sustenta con datos teóricos de la literatura. La presentación de su trabajo lo ha realizado manteniendo las fases de la MRPI en su estructura establecida.

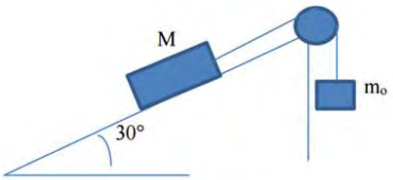
Apéndice Ñ. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A1

Información extraída del informe del futuro docente A1	Análisis realizado
Pregunta investigable: La actividad está pensada hacia la identificación de "qué canica va más rápido". La velocidad es un factor que se relaciona directamente, así como la aceleración del cuerpo, pues a más aceleración más es la velocidad que se experimenta en función del tiempo. Ante esto, para poder identificar cuál canica va más rápido, nos centraremos en el tiempo que tardan las canicas en recorrer la superficie del plano inclinado. Como punto de partida, se tomará el punto más alto del plano inclinado; y como punto de llegada, el suelo. Aquella canica que llegue al suelo en el menor tiempo será la que "va más rápido", pues habrá experimentado más velocidad a partir de la aceleración, por tanto, el recorrido al suelo lo hará en menos tiempo. **Hipótesis** ✓ Las canicas con mayor masa irán más rápido. ✓ A menor fricción las canicas irán más rápido. **Diseño experimental:** Variar la masa: Cambiar el rozamiento o fricción:  **Variables experimentales:** Variable independiente: Tiempo (que tarda en llegar al suelo). Variable dependiente: Masa, coeficiente de fricción. Variables de control: Altura y ángulo del plano; velocidad inicial igual a 0.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 14)** "Correcto" Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y toma en cuenta todos estos durante su resolución. **Explicación:** Se ha considerado correcto lo mostrado por el futuro docente A1 debido a que tiene en cuenta todos sus conceptos presentados en la resolución de la situación problemática, estos conceptos son: velocidad, rapidez, aceleración, fuerza de fricción, coeficiente de fricción y energía potencial.

Apéndice O. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A10

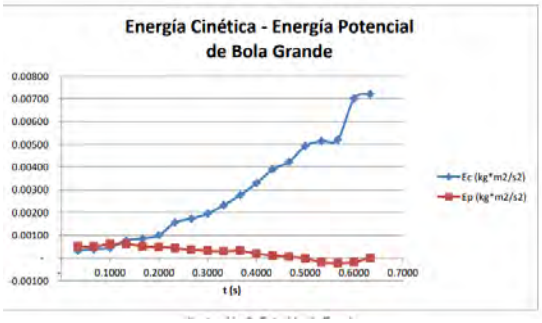
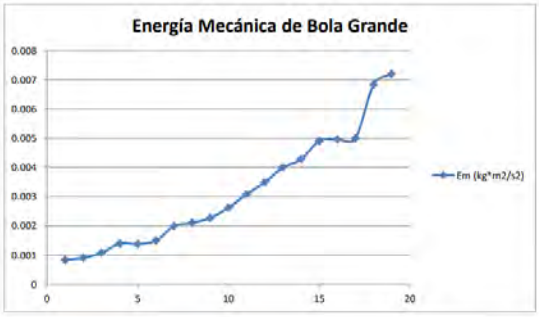
Información extraída del informe del futuro docente A10	Análisis realizado
Pregunta investigable: Entre las canicas grande, mediana y pequeña, ¿La canica con más velocidad genera más energía cinética después de rodar en un plano inclinado? **Hipótesis:** La canica más grande será la que vaya más rápido. **Diseño experimental:** Representación de su procedimiento.  Ejecución de su procedimiento. **Variables experimentales:** Variable independiente: los tamaños de las canicas: grande, mediana y pequeña. Variable dependiente: La energía cinética de las canicas al llegar a la base del plano inclinado Variable de control: Plano inclinado (superficie, altura, longitud), velocidad al partir del plano inclinado.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 14)** "Parcialmente correcto" Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y toma en cuenta algunos estos durante su resolución. **Explicación:** Se ha considerado parcialmente correcto lo mostrado por el futuro docente A10 debido a que tiene en cuenta la mayoría de sus conceptos presentados en la resolución de la situación problemática, estos conceptos son: canica, plano inclinado, ángulo de inclinación, movimiento, trayectoria, velocidad, energía cinética y energía mecánica. El concepto de principio de conservación de la energía lo menciona en su marco teórico, pero no lo toma en cuenta después para la resolución.

Apéndice P. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos con la resolución de la situación problemática por el futuro docente A17

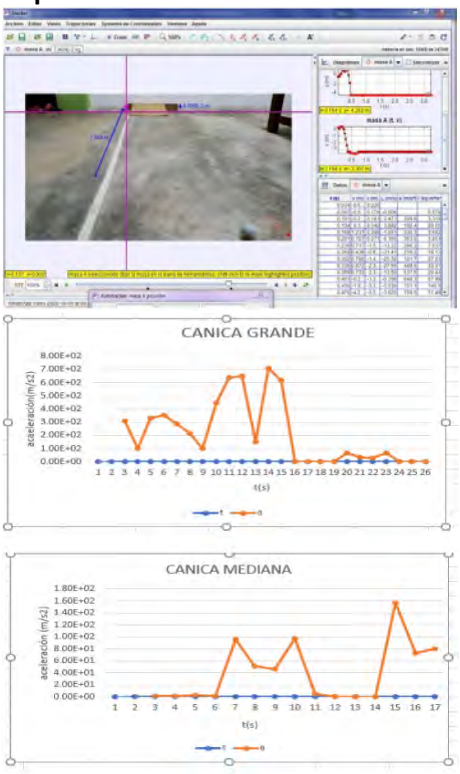
Información extraída del informe del futuro docente A17	Análisis realizado
Pregunta investigable: ¿En qué medida el tipo de superficie, con ello el coeficiente de rozamiento, determina la masa necesaria para que un móvil de masa 1 se deslice sobre una superficie que posee un ángulo de inclinación de 40°? **Hipótesis:** La superficie que facilitará el desplazamiento del móvil por la superficie inclinada es la mota. **Diseño experimental:** Representación gráfica.  Obtención de los resultados. **Variables experimentales:** • **Variable independiente:** coeficiente de rozamiento (tipo de superficie). • **Variable dependiente:** masa de los móviles, masa 1 y masa 2. • **Variable de control:** ángulo de inclinación y superficie por la que se desliza el móvil.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 14)** "Incorrecto" Presenta conceptos involucrados en el tema que ha elegido para desarrollar la situación problemática planteada y no los toma en cuenta durante su resolución. **Explicación:** Se ha considerado incorrecto lo presentado por el futuro docente A17 debido a que no presentó su marco teórico con los conceptos clave y por ende no se tiene en cuenta conceptos en la resolución, aunque si ha desarrollado la situación problemática.

Tipo de superficie	MASA 1 (gr)	MASA 2 (gr)	ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)
CORCHO	249	53.7	40
PLÁSTICO	249.6	101.5	
MOTA	237	85.9	

Apéndice Q. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A7

Información extraída del informe del futuro docente A7	Análisis realizado
Representación de los resultados:   **Conclusión:** El análisis de las gráficas nos permiten refutar la hipótesis ya que la canica o bola pequeña no es la que implementa meno [*sic*] tiempo para llegar al final de la tabla sino la canica grande ya que pierde menor energía. Se pueden apoyar en la teoría para afirmar o refutar los resultados. Un punto a considerar es cuando a la superficie se le agrega algún material de rozamiento ya que este influirá en el movimiento del objeto que en este caso es la canica o bola de acero. Cuando existe rozamiento la energía mecánica no se conserva ya que esta varía en su movimiento y su posición.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 15)** "Correcto" La conclusión a la que se llega hace referencia a los conceptos descritos en el trabajo de investigación. **Explicación:** Se considera correcto lo presentado por el futuro docente A7 debido a que la conclusión emitida es sustentada de manera directa por algunos conceptos clave como: Energía mecánica y acero, canicas; por otro lado, se mencionan algunos de manera indirecta en la explicación de la obtención de los resultados, como, por ejemplo: plano inclinado, energía cinética y energía potencial.

Apéndice R. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A8

Información extraída del informe del futuro docente A8	Análisis realizado
Representación de los resultados:  **Conclusión:** La hipótesis de que la canica "pequeña" era la que tenía más aceleración quedóa [*sic*] demostrada, que no es la que tiene más velocidad ya que las tres canicas a pesar de ser de un mismo material y de diferentes masas. Estas al ser soltadas en un mismo tiempo salen con una misma aceleración, al ser analizadas en el traker [*sic*] este capta todo el recorrido lo que se ve el desnivel y el cambio de aceleración que se produce, porque a pesar de eso en el grafica [*sic*] hecha en Excel se aprecia la conciencia [*sic*] de las tres aceleraciones de manera constante pero al haberlo hecho de manera física se ha notado esa aceleración igual en la que van, la diferencia de las tres es la distancia que recorren. La canica grande recorre mas [*sic*] debido a su mayor masa que le produce mayor fuerza a diferencia de las mas [*sic*]pequeñas la mediana recorre menos que la grande y la pequeña menos que las dos anteriores. La hipótesis ha sido comprobada entonces a través la aceleración, analizado por el programa Tracker, apoyada por la ayuda visual que proporciona Excel en sus gráficas las tres tienen una misma aceleración, la diferencia es la distancia que recorre producto a su masa.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 15)** "Parcialmente correcto" La conclusión a la que se llega hace referencia a algunos conceptos descritos en el trabajo de investigación. **Explicación:** Se considera parcialmente correcto lo mostrado por el futuro docente A8 debido a que relaciona los conceptos claves en su conclusión, estos son: aceleración, masa y velocidad, algunos los realiza de manera indirecta como: esfera y dureza cuando hace mención de las canicas. No la menciona ni relaciona su conclusión con los conceptos: gravedad, Energía mecánica, Energía cinética y Energía potencial. Por esta razón se ha considerado parcialmente correcto.

Apéndice S. Ejemplificación y justificación de la evaluación de la relación de los conceptos en la fundamentación de las conclusiones por el futuro docente A17

Información extraída del informe del futuro docente A17	Análisis realizado
Discusión de los resultados: • Con respecto a los resultados se puede tener en cuenta que en ellos influyen aspectos como los márgenes de errores que poseen los instrumentos, además de los errores provocados por el mismo investigador quien puede errar al emplear los instrumentos o percibir de manera errada. • Por otro lado, se considera que los resultados obtenidos van directamente relacionados a la teoría estudiada anteriormente, el concepto de fuerza de fricción y la segunda ley de Newton se evidencian notoriamente en los experimentos. **Conclusión:** A través de la experimentación se puede llegar a las siguientes conclusiones: • Se llega a determinar que la superficie si determina la masa necesaria para que el móvil se desplace por la superficie. En este caso la hipótesis es refutada ya que el tipo de superficie más adecuado es el corcho debido a las condiciones y las características propias del problema. • Con ello también se determina la fuerza necesaria para que se realice el movimiento, además de la velocidad que llega a tener el objeto. • Se debe tener en cuenta el margen de error de los instrumentos empleados así como del investigador.	**Criterio de Evaluación (Véase Tabla 15)** "Incorrecto" La conclusión a la que se llega no hace referencia a los conceptos descritos en el trabajo de investigación. **Explicación:** Se considera incorrecto lo presentado por el futuro docente A17 debido a que no muestra en su informe un marco teórico donde describa conceptos claves, aunque presenta su conclusión basada en su análisis de los datos.

Anexos

Anexo A. Guía que se proporcionó a los futuros docentes con la situación problemática

Congreso virtual de futuros profesores de ciencias

Usted ha sido invitado a participar en un congreso virtual de futuros profesores de ciencias; el tema del congreso es la enseñanza de las ciencias por indagación.

En ese contexto usted deberá prepara un taller en el cual se evidencie la aplicación de la MRPI en una situación experimental concreta:

¿Qué canica va más rápido en un plano inclinado?

Dicho taller irá dirigido a sus colegas de otros países y el objetivo de este será ofrecer un modelo de actividad que pueda ser utilizada con alumnos de quinto de secundaria. Tenga en cuenta que la comunicación será en formato virtual, dadas las circunstancias, por lo tanto, usted deberá ser claro(a) y didáctico(a) en su informe o presentación.

Usted deberá elegir el medio que usará para resolver la actividad experimental: simuladores; experimentos con material casero; Tracker, etc.

¡Recuerde que representa al Perú en el Congreso!

Nota: La entrega de la presentación del taller (propuesta y correspondiente solución) podrá realizarse desde: el lunes 5 de octubre hasta el viernes 9 de octubre a las 23 horas. No se admitirán envíos después de estas fechas.

El trabajo es individual, no podrán presentarse dos trabajos iguales.

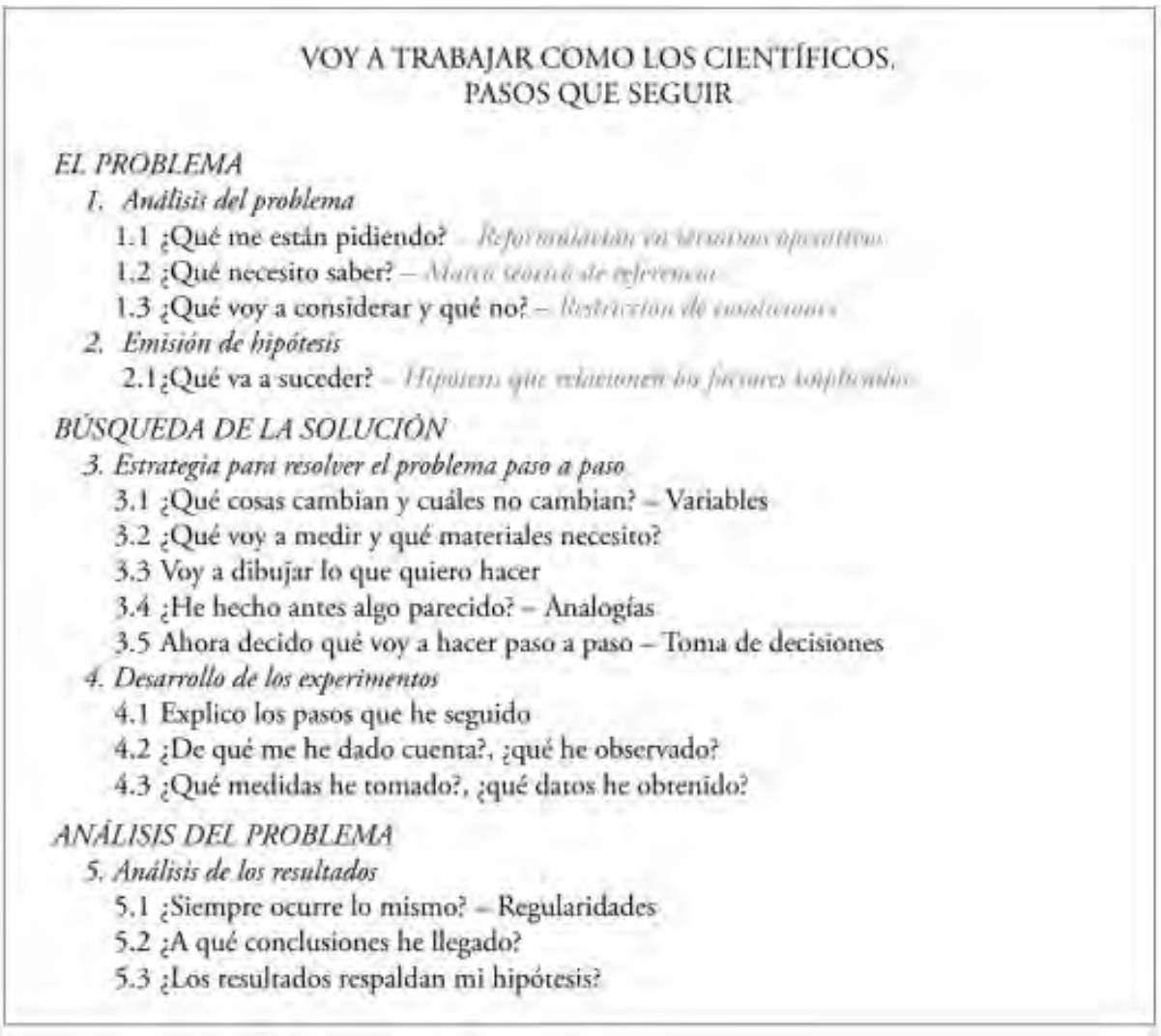
Pueden solicitar asesoramiento sobre el trabajo, previa coordinación con la profesora del curso.

Deberán incluirse evidencias de los experimentos realizados (fotos o videos).

Revisar la plantilla de la MRPI, la cual deberá usarse para el informe del taller, se adjunta al final del documento.

El formato de presentación del taller puede ser en como ppt; prezi; documento en Word (pdf), usted elige.

Plantilla que se usará en la resolución de situaciones problemáticas abiertas



VOY A TRABAJAR COMO LOS CIENTÍFICOS.
PASOS QUE SEGUIR

EL PROBLEMA

1. Análisis del problema

1.1 ¿Qué me están pidiendo? – *Reformulación en términos operativos*

1.2 ¿Qué necesito saber? – *Marco teórico de referencia*

1.3 ¿Qué voy a considerar y qué no? – *Restricción de condiciones*

2. Emisión de hipótesis

2.1¿Qué va a suceder? – *Hipótesis que relacionen los factores implicados*

BÚSQUEDA DE LA SOLUCIÓN

3. Estrategia para resolver el problema paso a paso

3.1 ¿Qué cosas cambian y cuáles no cambian? – Variables

3.2 ¿Qué voy a medir y qué materiales necesito?

3.3 Voy a dibujar lo que quiero hacer

3.4 ¿He hecho antes algo parecido? – Analogías

3.5 Ahora decido qué voy a hacer paso a paso – Toma de decisiones

4. Desarrollo de los experimentos

4.1 Explico los pasos que he seguido

4.2 ¿De qué me he dado cuenta?, ¿qué he observado?

4.3 ¿Qué medidas he tomado?, ¿qué datos he obtenido?

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

5. Análisis de los resultados

5.1 ¿Siempre ocurre lo mismo? – Regularidades

5.2 ¿A qué conclusiones he llegado?

5.3 ¿Los resultados respaldan mi hipótesis?

Nota. Extraído de Pavón y Martínez-Aznar (2014, p. 486).