



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

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

Jerson Miguel Poma Concha

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

Piura, julio de 2022



Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por ser soporte e iluminación en la redacción de este ejemplar; a mi madre por su apoyo incondicional y a mi asesora, por sus orientaciones para el logro de este proyecto.





Agradecimientos

Quiero extender mi más profundo agradecimiento a todos aquellos que de manera directa e indirecta, contribuyeron en la realización de esta tesis de investigación, la cual permitirá realizarme personal y profesionalmente.

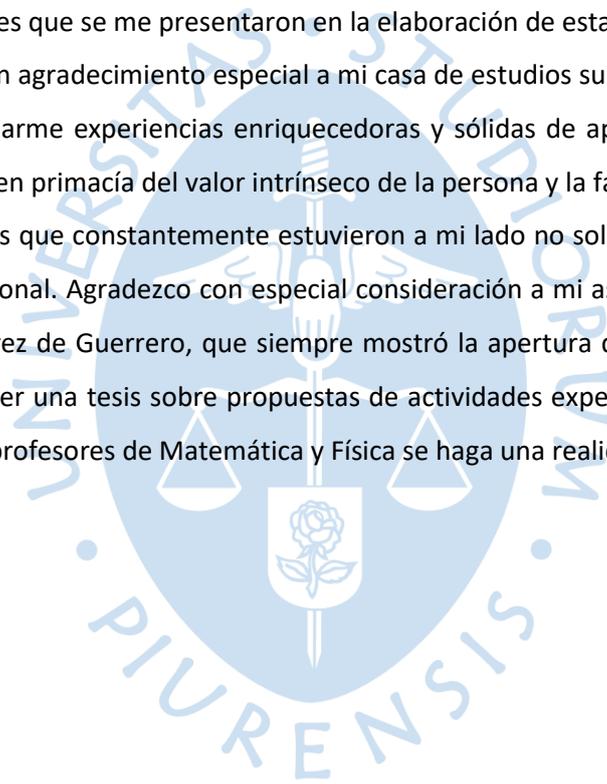
En primera instancia, agradecer a Dios por brindarme sabiduría, paciencia y dedicación en la estructuración de este ejemplar.

A mi madre Hilda por ser motor y motivo, porque sus constantes consejos y numerosas ayudas me incentivaron para cumplir con mis responsabilidades como persona y futuro profesional en Ciencias de la Educación.

Del mismo modo, a mis hermanos Bryam y Angel por estar siempre pendiente ante las limitaciones y dificultades que se me presentaron en la elaboración de esta investigación.

Por otro lado, un agradecimiento especial a mi casa de estudios superiores, la Universidad de Piura (UDEP), por brindarme experiencias enriquecedoras y sólidas de aprendizaje basadas en una formación humanística en primacía del valor intrínseco de la persona y la familia.

A mis profesores que constantemente estuvieron a mi lado no solo en el ámbito académico, sino también en lo personal. Agradezco con especial consideración a mi asesora de tesis, Dra. María del Carmen Barreto Pérez de Guerrero, que siempre mostró la apertura de apoyarme y orientarme para que la idea de hacer una tesis sobre propuestas de actividades experimentales con indagación en las aulas de futuros profesores de Matemática y Física se haga una realidad.





Resumen

La presente investigación tiene como finalidad determinar los niveles de logro de dos capacidades de la competencia Indaga alcanzados por los futuros profesores de Matemática y Física cuando proponen actividades experimentales de diferente contenido teórico. La mencionada investigación se desarrolla dentro del paradigma interpretativo y se basa en el uso de una metodología mixta porque se hace un tratamiento cuantitativo basado en la aplicación de la rúbrica New Practical Test Assessment Inventory (NPTAI), que evalúa las categorías relacionadas a la formulación de preguntas investigables, la planificación de la investigación y la identificación de variables; asimismo, es cualitativo porque se emiten valoraciones sobre el análisis de las propuestas presentados por los futuros profesores de matemática y física para determinar el nivel de logro en la competencia indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos. Las conclusiones obtenidas son: a medida que los futuros profesores de matemática y física se enfrentan a proponer actividades experimentales mejoran notablemente su nivel de desarrollo en la competencia Indaga.





Tabla de contenido

Introducción	17
Capítulo 1: Planteamiento de la investigación	19
1.1 Caracterización del problema	19
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Objetivos de la investigación	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Justificación de la investigación	21
1.5 Antecedentes de estudio	22
Capítulo 2: Marco teórico	29
2.1 La enseñanza de las ciencias	29
2.2 La enseñanza de las ciencias con investigación científica	30
2.3 La enseñanza de la ciencia con indagación	30
2.3.1 Definición de indagación	31
2.3.2 Importancia de la indagación en la enseñanza de las ciencias.....	31
2.3.3 Niveles de indagación.....	32
2.3.4 La indagación en el currículo peruano	33
2.3.5 La indagación en los estándares internacionales	34
2.4 Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias	34
2.4.1 El contenido conceptual en la actividad experimental	34
2.5 La enseñanza de las ciencias bajo el enfoque por competencias	35
2.5.1 La competencia.....	35
2.5.2 La competencia científica.....	37
2.5.3 La competencia científica en la formación escolar	40
2.5.4 La competencia científica en la formación del profesorado	41
2.6 Dimensiones de la competencia científica	42
2.6.1 Dimensión conceptual	42
2.6.2 Dimensión metodológica.....	42
2.7 Las capacidades de la competencia Indaga y las categorías de la rúbrica NPTAI	44
2.8 Contenido conceptual relacionado a las prepuestas de actividades experimentales	46
2.8.1 Las leyes de Newton.....	46
2.8.2 La fuerza de rozamiento y el coeficiente de fricción dinámico	48
Capítulo 3: Metodología de la investigación	51
3.1 Tipo y nivel de la investigación	51

3.2 Paradigma y diseño de investigación	51
3.2.1 Variables de investigación	52
3.2.2 Procedimientos a seguir en el desarrollo de la investigación	52
3.3 Determinación de la competencia Indaga	55
3.4 Población y muestra.....	57
Capítulo 4: Análisis e interpretación de resultados	59
4.1 Análisis de las capacidades de la competencia Indaga	59
4.1.1 Análisis del primer planteamiento de la actividad experimental.....	60
4.1.2 Análisis del segundo planteamiento de la actividad experimental.....	68
4.1.3 Análisis del tercer planteamiento de la actividad experimental.....	73
4.1.4 Análisis del cuarto planteamiento de la actividad experimental	81
4.1.5 Análisis del quinto planteamiento de la actividad experimental	86
4.2 Interpretación de las categorías analizadas.....	90
4.2.1 Síntesis de la categoría: formulación de preguntas investigables.....	91
4.2.2 Síntesis de la categoría: planificación de la investigación.....	92
4.2.3 Síntesis de la categoría. Identificación de variables.....	93
4.3 Nivel de logro de la competencia indaga alcanzado por los FPMF por actividad	93
Conclusiones.....	97
Limitaciones.....	99
Recomendaciones	101
Prospectiva de la investigación	103
Lista de referencias	105
Apéndices	115
Apéndice 1 Rúbrica NPTAI.....	117

Lista de tablas

Tabla 1 Competencias que plantea el MINEDU en la enseñanza de las ciencias	36
Tabla 2 Definiciones de competencia científica de acuerdo con diversos autores	38
Tabla 3 Detalle de las cinco propuestas de actividades experimentales.....	54
Tabla 4 Niveles de competencia indaga.....	55
Tabla 5 Descripción de los niveles de competencia de indagación	56
Tabla 6 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4.....	66
Tabla 7 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A1.....	67
Tabla 8 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A6.....	67
Tabla 9 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9.....	67
Tabla 10 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4.....	72
Tabla 11 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A1.....	72
Tabla 12 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A7.....	72
Tabla 13 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9.....	73
Tabla 14 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5.....	79
Tabla 15 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A6.....	80
Tabla 16 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A2.....	84
Tabla 17 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5.....	85
Tabla 18 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A8.....	85
Tabla 19 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9.....	85
Tabla 20 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4.....	90
Tabla 21 Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5.....	90
Tabla 22 Resumen de los puntajes alcanzados por categoría y número de actividad	94
Tabla 23 Niveles de competencia Indaga alcanzado por los FPMF en las cinco propuestas de actividades experimentales	94



Lista de figuras

Figura 1 Elementos considerados en la búsqueda de investigaciones anteriores relacionadas con la actual investigación.....	22
Figura 2 Esquema que muestra la evaluación de las capacidades en función de las categorías de la rúbrica NPTAI	45
Figura 3 Representación de la ley de inercia	47
Figura 4 Representación de la segunda ley de Newton.....	47
Figura 5 Representación de la ley de acción y reacción.....	48
Figura 6 Procedimiento a seguir para el análisis de informes	53
Figura 7 Distribución porcentual por sexo de la muestra de estudio en la investigación	57
Figura 8 Material casero para hacer propuesta de actividad experimental con indagación	60
Figura 9 Distribución porcentual del puntaje alcanzado en la categoría formulación del problema investigable	61
Figura 10 Planificación de la investigación realizada por el FPMF A6	62
Figura 11 Representación gráfica del diseño experimental propuesta por el FPMF A6.....	62
Figura 12 Esquema experimental para seguir propuesta por el FPMF A6.....	62
Figura 13 Continuación de la propuesta en la planificación de la investigación del FPMF A6.....	62
Figura 14 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A5	63
Figura 15 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A8	64
Figura 16 Representación gráfica del diseño experimental del FPMF A8.....	64
Figura 17 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A1	65
Figura 18 Esquema del diseño experimental propuesto por el FPMF A1.....	65
Figura 19 Distribución porcentual de puntaje alcanzado en la categoría de planificación de la investigación	66
Figura 20 Distribución porcentual de puntaje alcanzado en la categoría de identificación de variables	68
Figura 21 Material didáctico para hacer la propuesta de la segunda actividad experimental con indagación.....	68
Figura 22 Distribución porcentual de puntaje alcanzado de la categoría formulación de problemas.	69
Figura 23 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2	70
Figura 24 Esquema de la planificación de la investigación realizada por el FPMF A8.....	70

Figura 25 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A9	71
Figura 26 Distribución porcentual del puntaje alcanzado en la categoría planificación de la investigación	71
Figura 27 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables	73
Figura 28 Diagrama a partir para hacer la tercera propuesta de actividad experimental.....	74
Figura 29 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de problemas investigables.....	75
Figura 30 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A4	75
Figura 31 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2	76
Figura 32 Esquema en la planificación de la investigación del FPMF A2	76
Figura 33 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A6	77
Figura 34 Planificación de la investigación del FPMF A5	78
Figura 35 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación	79
Figura 36 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables	80
Figura 37 Deslizamiento de un móvil por una rampa.....	81
Figura 38 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de problemas investigables.....	82
Figura 39 Planificación de la investigación del FPMF A6	82
Figura 40 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A7	83
Figura 41 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A9	83
Figura 42 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación	84
Figura 43 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables	86
Figura 44 Material casero para explicar las leyes de newton.....	86
Figura 45 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de preguntas investigables.....	87
Figura 46 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2	88
Figura 47 Planificación de la investigación propuesta por el fpmf a6	88
Figura 48 Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A6	89
Figura 49 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación	89
Figura 50 Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables	90
Figura 51 Puntuación porcentual alcanzada en la categoría de formulación de pregunta investigable correspondiente a las cinco propuestas de actividades experimentales.....	91
Figura 52 Puntajes porcentuales alcanzados en la categoría de formulación de planificación de la investigación correspondiente a las cinco propuestas de actividades experimentales	92

Figura 53 Puntajes alcanzados en la categoría de identificación de variables correspondiente a las 5 propuestas de actividades experimentales	93
Figura 54 NCI alcanzado por los FPMFen las cinco actividades experimentales	95





Introducción

La importancia de renovar la enseñanza de las Ciencias se ha convertido en un acontecimiento relevante para diversos países. En este sentido, Rugeles et al. (2015) mencionan que la enseñanza de la ciencia implica transformar el rol de educando a un papel activo de su aprendizaje para la profundización de los conocimientos científicos y tecnológicos.

En el Perú, contexto de la presente investigación, se conduce el sistema de enseñanza bajo en el enfoque por competencias, ya que, se persiguen objetivos como el de formar estudiantes capaces de responder científicamente a situaciones de su entorno con curiosidad, criterio y habilidad (Ministerio de Educación del Perú [MINEDU], 2015).

En atención a lo anterior, la presente investigación se centra en el aprendizaje de las ciencias mediante el uso y acceso a propuestas de actividades experimentales como estrategia para reforzar el desarrollo de la competencia. El objetivo de la investigación es: determinar los niveles de logro de dos capacidades¹ de la competencia Indaga alcanzadas por los futuros profesores de Matemática y Física cuando proponen actividades experimentales. Para ello, se realiza el análisis correspondiente a cinco propuestas de actividades experimentales bajo la metodología de enseñanza por indagación de nueve futuros profesores de Matemática y Física que cursaron la asignatura de Física II y su didáctica durante el semestre académico 2017-II.²

La presente investigación cuenta con cuatro capítulos:

En el primer capítulo se aborda la caracterización del problema, el planteamiento del problema de la investigación, se describen los objetivos a alcanzar, la justificación y los antecedentes relacionados con el tema central de la investigación.

En el segundo capítulo se definen y describen los apartados del marco teórico que engloban y sustentan la investigación.

En el tercer capítulo se presenta la metodología empleada, el tipo y diseño de investigación, la población y muestra y los procedimientos de análisis de los resultados.

Por último, en el cuarto capítulo se exponen el análisis de resultados, la síntesis de los mismos y la discusión de resultados que brinda objetividad a la misma. Finalmente, se muestran las conclusiones, recomendaciones, limitaciones y prospectiva de la investigación con el fin de promover la educación científica y la promoción de la competencia Indaga en los futuros profesores de ciencias.

¹ Problematisa situaciones para hacer indagación y diseña estrategias para hacer indagación.

² Dejo en constancia que esta tesis puede ser utilizada para posteriores investigaciones de otros alumnos o del personal de la Universidad de Piura



Capítulo 1: Planteamiento de la investigación

En este primer capítulo de la investigación se describen la caracterización del problema y el planteamiento de la misma. Por otro lado, se presentan los objetivos a alcanzar, la justificación que engloba el desarrollo de la presente investigación y, finalmente se detallan las investigaciones previas que dan origen y sustento a la investigación.

1.1 Caracterización del problema

La educación actualmente está atravesando problemas críticos a nivel social, económico y político. Se piensa que la enseñanza de la física se debe adaptar a este nuevo tiempo (García, 2002), pues ante esta situación la mayoría de los estudiantes podrían no lograr el desarrollo de las competencias propias del área de Ciencia y Tecnología que exigen los lineamientos curriculares promovidos por el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU). Al respecto, Gonzáles y Crujeiras (2017) sustentan que una manera que facilita la comprensión de los contenidos relacionados a la ciencia y los procedimientos que conlleva, es a través de una enseñanza basada en actividades experimentales propuestas con indagación, pues, constituyen un recurso idóneo para poner en práctica el conocimiento teórico para resolver un problema cotidiano, donde se involucre la curiosidad y el criterio científico de los estudiantes.

En atención a ello, no cabe duda de que el proceso de indagación nace como una alternativa para hacer frente a cualquier situación, pues “Las clases de ciencia deben ser un lugar para explorar, proceder y practicar las actitudes, así como las formas de pensar y comunicarse propias de la ciencia y la tecnología”. (MINEDU, 2012, p. 16)

Por otro lado, Solbes et al. (2007) destacan que la desmotivación de los estudiantes frente al estudio de las ciencias no solo obedece a una causa única, sino que constituye un problema mayor que incluye gran cantidad de variables como el papel del docente y su poca capacitación; el empleo inadecuado de los recursos, de mecanismos y de instrumentos, etc. Además, Barrios y Frías (2016) identifican otros factores que están relacionados con el rol de los padres, las técnicas de estudio del estudiante y las estrategias del docente. Es así como todos estos factores pueden afectar el rendimiento escolar. Ante ello, es necesario una formación sólida de futuros profesores de Matemática y Física para reflejar cambios relevantes y mejora de habilidades en la resolución de problemas del entorno, que se centren a estimular la motivación de los estudiantes para aprender las ciencias experimentales (Garriz, 2011).

No obstante, cuando se pretende ejecutar las clases de ciencias bajo el enfoque por indagación, la literatura muestra que existe una disociación conceptual por parte del futuro profesor para llevarlo efectivamente al aula, o que los profesores no conocen las estrategias actuales ya que reducen las actividades a las que contiene los textos escolares (Martínez-Losada et al., 1999).

En ese sentido, es importante, priorizar estrategias que permitan a los profesores de ciencias en formación establecer contacto con la física no solo como producto (conocimientos, leyes y teorías) sino también como proceso (método científico, experimentaciones y vivencias) que los movilice a argumentar y cuestionarse sobre el comportamiento de la naturaleza (Furman y De Podestá 2009).

Finalmente, la promoción de una enseñanza científica basada en la indagación en la formación escolar debe repercutir en la formación de futuros profesores, puesto que, son sus experiencias y vivencias las que ponen en práctica cuando se enfrentan a la práctica de su profesión (Pozo, 2006).

Por lo mencionado, la figura del profesor de ciencias es marcada por la escasez de los trabajos experimentales y la poca apertura a espacios abiertos donde se fomente la discusión y problematización sobre la naturaleza que, posiblemente, se evidenciaron durante su formación inicial (Martínez, 2013).

1.2 Planteamiento del problema

¿Qué nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga logran los futuros profesores de Matemática y Física³ de la Universidad de Piura cuando proponen actividades experimentales?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar los niveles de logro de dos capacidades de la competencia Indaga: problematiza situaciones y diseña estrategias para hacer indagación; alcanzadas por los futuros profesores de Matemática y Física cuando proponen actividades experimentales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de contenido de las propuestas en las actividades experimentales de los FPMF en cuanto a las capacidades de la competencia Indaga: Problematiza situaciones y Diseña estrategias para hacer indagación.
- Evaluar dos de las capacidades de la competencia Indaga: problematiza situaciones y diseña estrategias para hacer indagación, evidenciadas por los FPMF de acuerdo con la rúbrica New Practical Test Assessment Inventory (NPTAI) propuesta por (Ferrés et al., 2015).

³ Para efectos de la presente investigación para referirse a futuros profesores de Matemática y Física, se usará la terminación FPMF en adelante.

1.4 Justificación de la investigación

La importancia de una sólida formación científica de profesores es reconocida y tratada por diversos autores que apuntan hacia una reforma educativa que mejore la educación científica (Asociación Universitaria de Formación del Profesorado, 2011). Por consiguiente, la enseñanza de las ciencias debe apuntar hacia el desarrollo de competencias que permitan comprender el entorno y enfrentar problemáticas del día a día, en este sentido, el desarrollo de las competencias busca: capacidad crítica, reflexiva y analítica; conocimientos técnicos y habilidades; valoración del trabajo y capacidad para crear e investigar (Castro y Ramírez, 2013). Lo mencionado anteriormente hace referencia de una formación que considere las características de la indagación como:

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

Por otro lado, en el currículo nacional peruano propuesto por el MINEDU (2016a) se organiza la enseñanza bajo el enfoque por competencias y las define como: “facultad que tiene una persona de combinar un conjunto de capacidades a fin de lograr un propósito específico en una situación determinada, actuando de manera pertinente y con sentido ético” (p. 29). En este sentido, el área curricular de Ciencia y Tecnología se desarrolla bajo tres competencias, siendo una de ellas la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos, que significa construir el conocimiento tomando en cuenta el mundo natural y artificial a partir de procedimientos propios de la ciencia, que conlleve al estudiante a la reflexión de cómo comprende sus saberes, poniendo en juego sus capacidades para problematizar situaciones que lo movilicen hacer indagación, diseñar estrategias para hacer indagación, generar y registrar información, poder analizarla, resolverla y comunicarla (MINEDU, 2016b).

El desarrollo del presente trabajo de investigación procura determinar el nivel de logro de dos de las capacidades de la competencia Indaga en la planificación de actividades experimentales propuestas por los FPMF para el aprendizaje de las ciencias. Por consiguiente, este trabajo se enmarca en la línea de investigación enseñanza-aprendizaje propuesta por la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Piura en el campo de formación del profesorado como actividad fundamental para asegurar un servicio educativo de calidad. De acuerdo con lo comentado en líneas anteriores, es importante conocer cómo los FPMF adquieren y desarrollan las competencias que demanda el perfil educativo en la actualidad, en lo que respecta a saber enseñar ciencias (García, 2016).

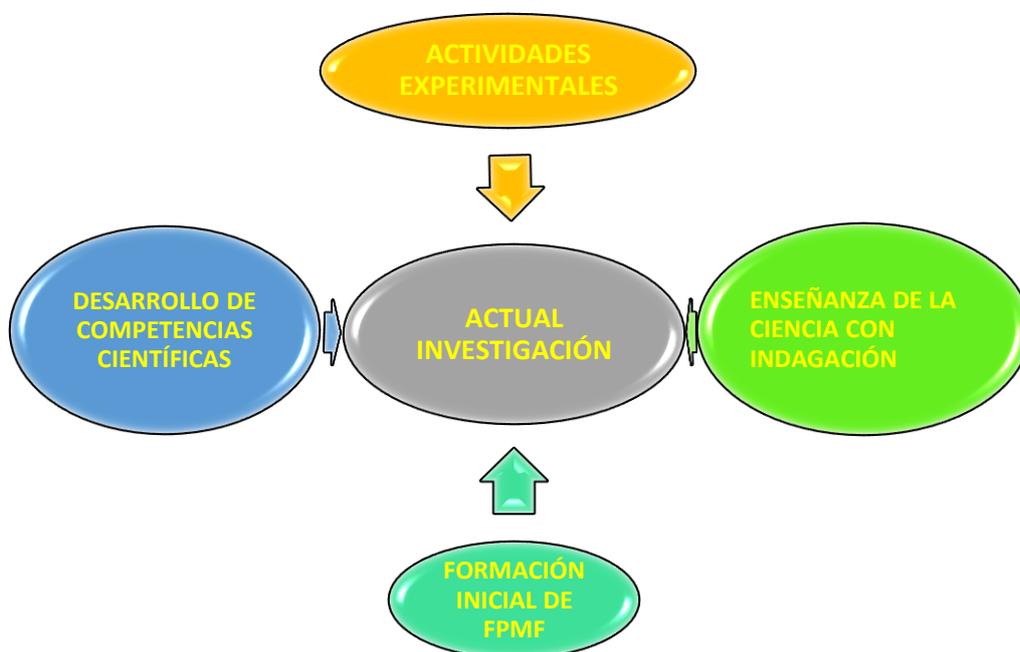
Esta investigación tiene como población a nueve FPMF, por tal motivo, la utilidad de los resultados que se espera conseguir en la presente investigación es poder generar en los FPMF la retroalimentación de sus propias experiencias de clase a futuro, en atención a ello, procurar la búsqueda de su quehacer científico para llegar óptimamente al aula de clases y propagar la cultura científica (Vezub, 2007), las orientaciones servirán para que los formadores de FPMF usen estrategias didácticas que fortalezcan el papel activo de los estudiantes y su respectivo desarrollo de la competencia Indaga.

1.5 Antecedentes de estudio

En este apartado se detallan las investigaciones nacionales e internacionales que se relacionan con los objetivos y temática que persigue la presente investigación. Para ello, el autor de la presente investigación establece cuatro aspectos relevantes que son punto referencial para considerar la problemática que engloba la investigación, (véase Figura 1).

Figura 1

Elementos considerados en la búsqueda de investigaciones anteriores relacionadas con la actual investigación



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 1 se toma en cuenta: la formación inicial en futuros profesores de Matemática y Física, las propuestas de actividades experimentales, la enseñanza de las ciencias con indagación y el desarrollo de las competencias científicas en la enseñanza de las ciencias.

En las siguientes líneas se muestra la descripción de investigaciones anteriores que guardan relación con la investigación actual, tomando como referencia los cuatro aspectos temáticos mencionados anteriormente. Para la descripción de las investigaciones se inicia por el título de esta con su respectivo autor(es), se aborda el objetivo, la metodología empleada y la relación que guarda cada investigación anterior con la actual.

- Primera investigación relacionada al campo: enseñanza de la ciencia con Indagación.

Título: “Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades”.

Autores: Concepció Ferrés Gurt, Anna Marbà Tallada y Neus Sanmartí Puig (2015).

Objetivo: Este trabajo tuvo como objetivo identificar las capacidades y dificultades que muestran los bachilleres⁴ en la competencia de indagación.

Metodología: Se basó en el estudio cualitativo y cuantitativo de una rúbrica denominada New Practical Test Assesment Inventory (NPTAI), el cual consta de siete categorías y aborda aspectos como: la comprensión de los procesos de indagación, formulación de hipótesis, identificación de variables en un diseño experimental, análisis de datos y extracción de conclusiones. Citada rúbrica permite “valorar la capacidad de los alumnos a la hora de comprender y aplicar actividades prácticas y también para normalizar y aumentar la fiabilidad de los resultados de la evaluación”. (Ferrés et al., 2015, p. 23) asimismo, la investigación se apoyó de un segundo instrumento que determina, clasifica y evalúa los niveles de competencia indagatoria (NCI) a los estudiantes de la educación básica. El proceso de decodificación cuantitativa entre los instrumentos permitió a la investigación identificar y analizar las capacidades y dificultades que muestran en aspectos específicos los estudiantes.

Relación con la presente investigación:

Este trabajo se relaciona con la presente investigación en la medida que proporciona las bases que garantizan la utilidad y fiabilidad de la rúbrica NPTAI en la evaluación de la competencia Indaga, pues reconoce elementos propios de la ciencia como proceso, es decir, evalúa aspectos relacionados a la curiosidad científica, observación, exploración, planificación, experimentación, discusión y argumentación; por otro lado, el aporte de la rúbrica orienta al profesorado para plantear metodologías auténticas que se basen a la capacidad de los estudiantes, pues tal como afirman D'Costa y Schlueter (2013) no se debe proponer una indagación abierta y autónoma a los estudiantes hasta que tengan experiencia suficiente en los niveles inferiores de indagación.

⁴ Para el sistema educativo de Cataluña, España

- Segunda investigación relacionada al campo: enseñanza de la ciencia con indagación.

Título: las habilidades de indagación científica y las estrategias de aprendizaje en estudiantes de 5to de secundaria de la I.E. Mariano Melgar, distrito Breña, Lima.

Autor: Flórez Ramírez, Mercedes Rosa

Objetivo: Determinar la relación entre las habilidades de indagación científica y las estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes de la educación básica

Metodología: El diseño es de tipo correlacional para determinar la relación existente entre dos variables en una muestra (Hernández et al., 2014). Asimismo, se usó la técnica de la encuesta para la recolección de información; los instrumentos de evaluación se enmarcaron a las habilidades de indagación científica y las estrategias de aprendizaje. Concluyéndose así que las habilidades científicas están influenciadas con las estrategias de aprendizaje del estudiante; en este sentido, el trabajo en el aula con indagación fortalece la comprensión de los contenidos de la ciencia cuando se parte de situaciones reales adaptadas a las características de los estudiantes, por otro lado, favorece la participación de los estudiantes y las habilidades de proceso científico para el desarrollo de la competencia.

Relación con la presente investigación:

Este trabajo se relaciona con la investigación, pues ofrece un gran referente para la fundamentación acerca de la importancia que tiene la enseñanza de las ciencias basada en indagación, ya que demuestra que facilita el logro de competencias científicas y es necesario para la formación de los estudiantes.

- Tercera investigación relacionada al campo: desarrollo de competencia científica.

Título: Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas.

Autoras: Castro Sánchez Adriana y Ramírez Gómez Rubí

Objetivo: Analizar los aspectos que subyacen a la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales para proponer orientaciones didácticas que contribuyan al desarrollo de la competencia científica en estudiantes de la educación básica.

Metodología: Fue de tipo descriptivo- interpretativo de carácter aplicativo para lo cual se tomó como punto de partida un diagnóstico de la enseñanza de las ciencias por competencias para la evaluación de su estado actual y evolución en el ámbito educativo, por otro lado, la formulación de una propuesta didáctica basada en situaciones contextualizadas que orienten al educando a realizar una investigación y en consecuencia su capacidad crítica y reflexiva. De esta manera, se concluyó que hay una desconexión por parte del profesorado entre lo que se conoce teóricamente sobre competencia científica y la forma en cómo se deben aplicar en la enseñanza de las ciencias bajo este enfoque.

Asimismo, se identificó que “...no existe coherencia epistemológica entre lo que el docente concibe como ciencia y conocimiento científico y lo que realmente hace en la práctica”. (Castro y Ramírez, 2013, p.43)

Relación con la presente investigación:

Este trabajo se relaciona con la presente investigación porque proporciona las bases necesarias para identificar la problemática que trae una enseñanza de las ciencias descontextualizada y fuera del interés real de los estudiantes, ya que no permite la exploración y experimentación de la realidad, en consecuencia, una enseñanza fuera de la investigación que aparta a los estudiantes de la curiosidad científica y el desarrollo de competencias.

- Cuarta investigación relacionada al campo: desarrollo de las competencias científicas.

Título: La historia de las ciencias en el desarrollo de las competencias científicas

Autor: María Álvarez Lires, Azucena Arias Correa, Uxío Pérez Rodríguez y José Serrallé Marzoa

Objetivo: Determinar y averiguar las actividades que deben propiciar en la formación inicial del profesorado y evaluar la introducción de competencias científicas en los currículos universitarios.

Metodología: En esta investigación de tipo cualitativa se analizó las producciones presenciales y virtuales de los alumnos, estas producciones fueron: el estudio de casos, debates en el aula, proyectos científicos, informes y cuestionarios. Las conclusiones fueron que cuando los estudiantes se enfrentan a nuevas formas de enseñanza como la indagación abierta, la primera impresión por parte de estos es de rechazo e inhibición puesto que, son ellos mismos los que deben construir sus aprendizajes por medio de la experiencia (enfoque por competencias). Sin embargo, las consideraciones afectivas van cambiando mediante más se accede a esta metodología de enseñanza, afianzándose así el logro de los aprendizajes significativamente.

Relación con la presente investigación:

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso pues aclara la problemática que se pretende investigar, promueve la importancia de tener mallas universitarias que conduzcan a la reflexión y análisis de las actividades experimentales para el fortalecimiento de contenidos propios de la ciencia.

- Quinta investigación relacionada al campo: actividades experimentales.

Título: Las actividades experimentales con nivel de indagación guiada y abierta y su impacto en la formación de futuros docentes.

Autor: Nonajulca Córdova, Denisse Consuelo

Objetivo: Resaltar la importancia que tiene la formación inicial del profesorado en la apropiación del modelo didáctico de enseñanza por indagación que tome como base: el desarrollo de las habilidades

de proceso científico, el contenido conceptual involucrado en las actividades y el nivel de indagación propuesto en la actividad; asimismo, la relación de las actividades con el dominio conceptual.

Metodología: Se basó en el análisis de los informes de las actividades experimentales utilizando una guía de laboratorio propuesta por (Furman y de Podestá, 2009), con dos niveles de indagación (guiado y abierto). Para el procesamiento de datos se tomó en cuenta cinco categorías que evalúan: la identificación y redacción correcta de la pregunta investigable, el planteamiento del diseño experimental, la identificación de variables, la capacidad de análisis y extracción de conclusiones y la coherencia del contenido con el diseño experimental y su fundamentación.

Relación con la presente investigación:

El trabajo realizado se relaciona con la investigación en curso en el uso de la metodología empleada, pues proporciona las características y procedimientos pertinentes a seguir en una actividad experimental para su respectivo tratamiento de datos, asimismo, profundiza aspectos de una enseñanza de las ciencias por indagación y sus grandes ventajas para el desarrollo de habilidades de proceso científico. Es necesario recalcar que, debido a la multiplicidad de definiciones sobre competencias científicas, esta autora conceptualiza el término habilidades científicas como competencia científica, pues se basó en los planteamientos que proponen las rutas de aprendizaje propuesta por el MINEDU. (2015) que define la competencia científica como:

un saber actuar en un contexto particular en función o un objetivo o solución de un problema. Es un actuar pertinente a las características de la situación y a la finalidad de nuestra acción, que selecciona y moviliza una diversidad de saberes propios o de recursos del entorno.

Además, en los planteamientos de Furman y de Podestá (2009) que definen la competencia científica como "...modos de conocer, hábitos del pensamiento, habilidades, destrezas o procedimientos científicos". (p. 44)

- Sexta investigación relacionada al campo: formación de futuros profesores.

Título: Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación.

Autor: Bogdan Toma, Radu; Greca, Ileana María y Meneses-Villagrà, Jesús Ángel

Objetivo: Identificar las dificultades que presentan los maestros en formación para elaborar programaciones didácticas de las ciencias naturales haciendo uso de la metodología de indagación.

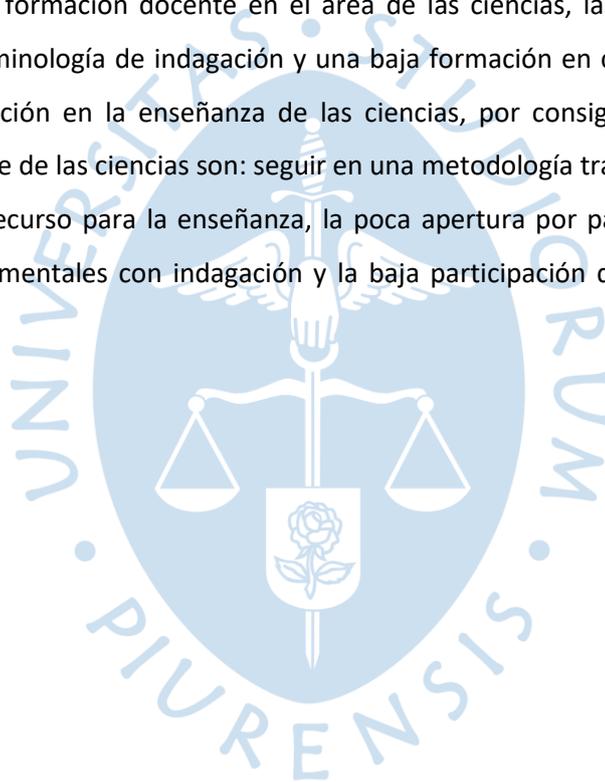
Metodología: se basó en una metodología de tipo descriptivo-cuantitativo no experimental. Utilizó una rúbrica a partir del protocolo Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP) propuesta por Sawada y Piburn (2000), mencionado protocolo consta de 25 elementos divididos en tres categorías:

- Diseño e implementación de la lección.
- Contenido: conocimiento pedagógico proposicional y procesal.
- Cultura en el aula: interacciones comunicativas y relaciones entre estudiante y docente.

Cuyo propósito es evaluar el grado de indagación que propician los profesores en formación cuando planifican unidades didácticas. Las conclusiones obtenidas fueron que los estudiantes asocian la indagación como una actividad reduccionista de práctica en el laboratorio, descontextualizado de la realidad, comprobándose así que existe una división entre los que realmente es la indagación y la praxis que proponen los FPMF.

Relación con la presente investigación:

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, pues amplía el horizonte sobre la problemática actual de la formación docente en el área de las ciencias, las limitaciones y errores conceptuales sobre la terminología de indagación y una baja formación en conocimientos prácticos que promuevan la innovación en la enseñanza de las ciencias, por consiguiente, las limitaciones existentes en el aprendizaje de las ciencias son: seguir en una metodología tradicional, utilizar el libro de texto como principal recurso para la enseñanza, la poca apertura por parte de profesores para realizar actividades experimentales con indagación y la baja participación de los estudiantes en la clase.





Capítulo 2: Marco teórico

En este segundo capítulo se describen los campos temáticos involucrados en la investigación, se abordan y definen los términos clave que son esenciales para la estructuración de la investigación, del mismo modo, se contextualizan los contenidos al lugar donde se ejecuta la investigación. El marco teórico plasmado en este capítulo guarda relación con la enseñanza de las ciencias actual y las directrices nacionales que orienta el ente regulador, responsable de la educación peruana, el Ministerio de Educación del Perú.

2.1 La enseñanza de las ciencias

La ciencia forma parte del acervo cultural de la humanidad, pues ofrece la formación de un pensamiento donde el alumnado sienta, actúe y piense sobre la construcción de un mundo sostenible en contacto con la naturaleza, con capacidad de generar una ciudadanía responsable, participativa e informada (Pujol, 2008).

Paralelamente, la enseñanza de las ciencias ha evolucionado a lo largo de la historia, pues exige al profesorado asumir una posición de investigador junto con sus estudiantes en el aula de clases (Arteaga et al., 2016). En este sentido, se priorizan el uso de modelos pedagógicos más abiertos y cercanos a la investigación, así lo exigen estándares internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, sigla por su nombre en inglés).

En atención a lo anterior, se promueve la enseñanza de las ciencias con indagación, pues sitúa al estudiante en procesos propios de la investigación científica, que estén relacionados con el laboratorio, donde se involucre el razonamiento y se ponga en juego estrategias para la adquisición del pensamiento científico (Caamaño, 2011).

Por ello, llevar la ciencia en el aula plantea grandes desafíos, autores como Mora (1997) sugieren desarrollar el espíritu científico, superando obstáculos de la enseñanza tradicional en que se impartía la ciencia como un acontecimiento acabado, de leyes estáticas, saberes epistemológicos que en consecuencia entorpecían el logro de los aprendizajes. En esta línea, Hernández (2005) recomienda acercar a los estudiantes a un mundo tangible de la ciencia, es decir, aquello en donde se cuestionen e hipoteticen sobre la realidad que los rodea, que diseñen estrategias para dar solución a una problemática, reflexionen sobre el procedimiento que les permita apropiarse mejor en la comprensión de esa realidad para la toma de decisiones. Por lo mencionado, se considera que una óptima enseñanza de la ciencia implica una:

“intervención pedagógica basada en un modelo didáctico, que ha de presentar estrategias sistemáticas que modifiquen o transformen las actitudes, promoviendo la curiosidad intelectual, provocando desarrollos en la independencia cognoscitiva, la capacidad creativa y la construcción de conocimientos de los estudiantes”. (García, 2002, p. 17)

Concretamente en Perú, contexto de la presente investigación, el ente encargado de regular la educación peruana es el Ministerio de Educación del Perú, el cual plantea las directrices que garantizan una educación de calidad a través del Currículo Nacional de la Educación básica y las Rutas de aprendizaje⁵. En ese sentido, sobre la educación científica se concibe a la ciencia como una vía para cambiar al mundo, por lo que es indispensable la formación de ciudadanos críticos, con conocimiento científico para generar la capacidad de comprender los conceptos, principios, leyes y teorías de la ciencia y que hayan desarrollado habilidades y actitudes científicas, de modo que se propongan diseños de solución a una problemática real, por ello, es necesario poner al estudiante al contacto con la naturaleza y que esta formación se imparta desde los niveles más elementales de la educación escolar.

2.2 La enseñanza de las ciencias con investigación científica

Este modelo de enseñanza de acuerdo con Ruiz (2007) tiene una postura constructivista en la formación del conocimiento y la aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias. Por otro lado, esta enseñanza presenta rasgos que se asemejan al quehacer científico. Respecto a mencionado modelo de enseñanza el autor citado sustenta que:

Intenta facilitar el acercamiento del estudiante a situaciones un poco semejantes a la de los científicos, pero desde una perspectiva de la ciencia como actividad de seres humanos afectados por el contexto en el cual viven, por la historia y el momento que atraviesan y que influye inevitablemente en el proceso de construcción de la misma ciencia. (Ruiz, 2007, p. 52)

En esta línea, el mismo autor Ruiz (2007) concluye que la enseñanza de la ciencia se enfrenta: a un estudiante reflexivo y un docente facilitador del aprendizaje significativo que parte del interés de la reformulación de ideas, no como conocimientos teóricos acabados, sino como conocimientos que sirvan de sustento para responder a las problemáticas de su entorno.

2.3 La enseñanza de la ciencia con indagación

Un apropiado aprendizaje de las ciencias, tal como lo señala Rosa (2019), es que no tiene que limitarse a una simple acumulación de contenidos fuera de contexto y que no se sepa en qué emplearlos, lo que se debe lograr es que, sean parte de la estructura global del conocimiento del estudiante, en el que interrelacione los conceptos y su utilidad. Por tanto, el estudiante, ha de "aprender ciencia" y "aprender a hacer ciencia", y ahí radica la importancia de los contenidos procedimentales en programas curriculares actuales de la ciencia. Por tanto, la enseñanza de las ciencias debe partir de la curiosidad intelectual de los estudiantes, de propuestas de actividades

⁵ Siendo éste como documento de consulta por parte de los profesores.

experimentales, de una interrogante sobre un problema en específico que los conlleve a indagar sobre lo que experimentan, por tal sentido, debe primar el trabajo en equipo, contar con el profesor como guía y soporte del aprendizaje, asimismo, poner a prueba sus habilidades para estructurar y proponer diseños experimentales, además de dialogar sobre aquello que se aprendió y el cómo dan solución a un determinado problema (Reyes y Padilla, 2012).

La indagación en las aulas es un proceso complejo y diversificado (Camacho et al., 2008) cuya definición ha sido tratada y debatida por diversos autores, por lo que, ocasiona muchas confusiones al momento de trabajarla en el aula, sin embargo, Olson y Loucks-Horsley (2000) afirman que el término siempre concluye en dos planteamientos fijos: como objeto de aprendizaje o como modelo didáctico de carácter dinámico entre la teoría de la ciencia y su carácter práctico hacia el logro en el proceso de investigación en el aula. De hecho, la indagación ha sido recomendada desde hace más de un siglo por Dewey (1910) como una herramienta para generar el pensamiento científico en los estudiantes, Crujeiras et al. (2013) la define como: "...dimensión importante en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia porque requiere que los estudiantes utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas". (p. 64), por consiguiente, hacer indagación en el aula implica realizar actividades y procesos propios de la ciencia, por ello Ferrés et al. (2015) afirman que la capacidad de indagación fomenta el desarrollo de la competencia científica.

2.3.1 Definición de indagación

Los estándares educativos internacionales apuestan por una educación científica desde y para la indagación, en este sentido, la indagación se define como:

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

Por otro lado, Uzcátegui y Betancourt (2013) sostienen que la indagación propicia una estrategia de enseñanza y aprendizaje, partiendo del entorno real y problemas concretos, con la cual se promueva la búsqueda de información, experimentación y la construcción activa de los conocimientos en los alumnos en el proceso de aprender ciencias.

2.3.2 Importancia de la indagación en la enseñanza de las ciencias

La indagación requiere que los estudiantes piensen en forma sistemática o investiguen para llegar a soluciones razonables a un problema. Ahí radica la importancia de la indagación. Además, la

enseñanza por indagación se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en la formulación de problemas, en la búsqueda de soluciones y la colaboración entre los estudiantes.

Según Escalante (s.f.) este proceso se da en una atmósfera de aprendizaje contextualizado, intelectual y social. Ya que promueve:

- El desarrollo de la competencia Indagatoria en sus categorías: formulación del problema investigable, planificación de la investigación e identificación de variables.
- Favorece la autonomía.
- Orienta la actividad docente para mejorar estrategias de enseñanza en las ciencias.
- Desarrolla habilidades científicas como la curiosidad, búsqueda de la verdad y la solución de problemas.

2.3.3 Niveles de indagación

Los niveles de indagación permiten clasificar las actividades experimentales en función a la apertura y participación de los profesores y alumnos (Banchi y Bell, 2008).

Existen distintos niveles de indagación en la literatura, en la presente investigación se basa en la diferenciación, en función del grado de intervención del docente y los estudiantes (Banchi y Bell, 2008). Los autores citados anteriormente, consideran cuatro niveles de indagación, los cuales se describen a continuación.

2.3.3.1 Nivel de indagación estructurada. Se utiliza cuando el docente tiene por objetivo en una actividad experimental reforzar una idea, tiene un nivel bajo de indagación pues se guía la experimentación de pautas, procedimientos a seguir, así como del conocimiento y resultados (Bell et al., 2005). En este caso el profesor es quien toma más protagonismo que el alumno, porque intuye y transmite un posible desenlace a una situación, es decir, es un tipo de indagación “en la que el profesorado proporciona un procedimiento al alumnado para resolver un problema del que se desconoce la respuesta”. (González y Crujeiras, 2017, p. 126)

2.3.3.2 Nivel de indagación semi estructurada. También llamada indagación confirmatoria. Cuando se propone una actividad experimental en este nivel de indagación se otorga al alumno una mínima capacidad de autonomía. Sin embargo, el docente aún formula los lineamientos a seguir en la experimentación donde los resultados previamente se conocen (Sterling et al., 2007).

2.3.3.3 Nivel de indagación guiada. En este nivel de indagación se utiliza cuando el docente tiene una nueva forma de intervención, se provee a los estudiantes con una pregunta investigable y son estos quienes diseñan y planifican su forma de llevarlo a experimentación (Banchi y Bell, 2008). En este sentido:

Se despliegan ideas sobre las ciencias mediante la investigación y acciones que mejoran las habilidades para observar, medir y analizar datos, para revelar modelos e ideas ocultas y

emplear los conceptos elaborados en otras condiciones de aprendizaje, empleando otros ambientes diferentes al salón de clases. (Gutiérrez, 2011, p. 65)

En definitiva, el alumno es quien toma la iniciativa ante una situación planteada, por lo tanto, es un tipo de indagación “en la que el profesorado proporciona a los estudiantes un problema a resolver, pero les da autonomía para escoger el método y procedimiento de investigación”. (González y Crujeiras, 2017, p. 126)

2.3.3.4 Nivel de indagación abierta. Respecto a este nivel de indagación González y Crujeiras (2017) señalan que “los estudiantes tienen total independencia para desarrollar sus propias preguntas y diseñar sus propias investigaciones” (p. 126). Puesto que, se espera que el estudiante sea el principal protagonista del diseño y desarrollo del protocolo de investigación, empezando desde una situación, para luego pasar al planteamiento de soluciones, hasta llegar a la comunicación de sus resultados.

2.3.4 La indagación en el currículo peruano

En la educación científica del Perú, contexto de la presente investigación, se promueve el área de Ciencia y Tecnología bajo el modelo de indagación y alfabetización científica. En mencionado modelo los estudiantes exploran la realidad, expresan sus ideas, dialogan e intercambian sus formas de pensar sobre el mundo y constantemente contrastan sus ideas con los conocimientos científicos ya establecidos (MINEDU, 2012). Por lo tanto, la indagación se asume como un enfoque que moviliza un conjunto de procesos que permiten a los estudiantes el desarrollo de habilidades científicas que los llevarán a la construcción y comprensión de conocimientos científicos a partir de la interacción con su mundo natural (MINEDU, 2012). Ello implica que:

Es un proceso de exploración del mundo que nos rodea, que lleva a hacer preguntas, observaciones, construir representaciones, examinar libros y otras fuentes de información para encontrar explicaciones de los fenómenos naturales, revisar lo que se sabe en función de la evidencia experimental, utilizar instrumentos para reunir información, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados en la búsqueda de nuevas comprensiones. (MINEDU, 2016a, p. 7)

En síntesis, la enseñanza de la ciencia a través de la indagación científica permite a los estudiantes aproximarse hacia un aprendizaje significativo, generado por el interés de su curiosidad investigativa, donde se priorice la solución de problemas, el espíritu de cuestionamiento y la toma de decisiones acertadas.

2.3.5 La indagación en los estándares internacionales

En el año 1996, el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos publica los Estándares nacionales de la educación en ciencias, en los que se propone el proceso de indagación en la enseñanza de las ciencias. Se considera que es una labor que implica múltiples acciones que le permite al educando, observar, cuestionarse, revisar distintas fuentes informativas, elaborar un plan de investigación, realizar actividades experimentales, emplear herramientas de recojo de datos, los cuales deben ser analizados e interpretados, además, debe plantear soluciones y dar a conocer las conclusiones (Garritz, 2010).

Asimismo, en base a la National Research Council (1996): la ciencia basada en la indagación hace referencia a las diversas maneras en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en evidencias. La indagación también se refiere a las actividades en la que los estudiantes desarrollan conocimiento y entienden ideas científicas y comprenden como los científicos estudian el mundo real (rol del científico).

2.4 Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias

Según García y Calixto (1999) las actividades experimentales se pueden clasificar en cuatro categorías: la primera centrada en las experiencias y/o familiarización de los conocimientos cotidianos con la actividad a desarrollar, la segunda basada en experimentos ilustrativos que representan los conocimientos, principios y sus relaciones, la tercera basada en la resolución de ejercicios prácticos, es decir, se realiza la experimentación para demostrar el contenido teórico involucrado y una cuarta basada en la investigación que busca la reflexión de los estudiantes y cuestionamiento de la realidad con el conocimiento teórico.

2.4.1 El contenido conceptual en la actividad experimental

Son los principios, concepciones que la ciencia ha determinado en el desarrollo de la historia, estas permiten dar respuesta a situaciones relacionados con la naturaleza. Cuando se desarrollan actividades experimentales se ponen en juego una serie de conceptos científicos que dependerán de la naturaleza de la propia tarea. Según Marín (2013):

La ciencia involucra una red de elementos: conceptual, teórico, instrumental y metodológico, que se entrelazan para resolver problemas sobre el comportamiento de la naturaleza, generando un cuerpo de conocimiento compacto en el cual se conjugan aspectos teóricos y prácticos, que conlleve en los estudiantes el aprendizaje de la ciencia (involucra la adquisición y desarrollo de conocimientos teóricos y conceptuales) y de la práctica de la ciencia (implica el desarrollo de conocimientos procedimentales) en el contexto de resolución de problemas en el laboratorio escolar. (p. 13)

En este sentido, es importante contar con un dominio sólido sobre el conocimiento de la ciencia para proceder a indagar sobre la misma, pues facilita el modo de responder interrogantes de rigor científico, por ello el profesorado debe evitar el reduccionismo de los contenidos científicos.

2.5 La enseñanza de las ciencias bajo el enfoque por competencias

La enseñanza de hoy se imparte bajo el enfoque por competencias (Valiente y Galdeano, 2009), por ejemplo, programas internacionales como PISA, sugieren la efectividad de este enfoque pues presenta a los estudiantes como autónomos y responsables para resolver eficazmente una problemática de su entorno. Con respecto a dicho enfoque, Tejada (2007) afirma que proporciona una gran oportunidad para que los profesores puedan realizar una enseñanza por competencias pues plantea respuestas a los desafíos de la sociedad actual.

En este sentido, se pueden incluir situaciones fuera de la naturaleza misma de las asignaturas o contenidos exactos como: el conocimiento cotidiano, saber interdisciplinario y experto, integración de habilidades, entre otras (Zúñiga et al., 2011).

2.5.1 La competencia

El término competencia se asume como el logro del proceso de aprendizaje de los estudiantes al culminar la educación escolar, sacando de contexto a la adquisición de conocimientos propio de una enseñanza tradicional, en esta línea, exige que el profesorado se encuentre capacitado en la ejecución de su enseñanza y su evaluación respectiva (Bolívar, 2010).

En Perú, contexto de la presente investigación, el Ministerio de educación, promueve una enseñanza bajo el mencionado enfoque, en este sentido, define la competencia como: “La facultad que tiene una persona de combinar un conjunto de capacidades a fin de lograr un propósito específico en una situación determinada, actuando de manera pertinente y con sentido ético”. (MINEDU, 2016a, p. 29). Bajo esta perspectiva, el estado peruano plantea que un estudiante competente tiene la capacidad de identificar y comprender los desafíos que se le presentan y plantear alternativas para resolverlos, haciendo uso de sus conocimientos de una manera seleccionada, integrada y articulada a lo largo de su vida; Asimismo, la preparación para su autonomía en la toma de decisiones (MINEDU, 2016a).

El área curricular de Ciencia y Tecnología en el Perú exige ciudadanos que sean capaces de cuestionarse, buscar información confiable, sistematizarla, analizarla, explicarla y tomar decisiones fundamentadas en conocimientos científicos, y considerando las implicancias sociales y ambientales. En esta línea, se busca que los estudiantes tengan la oportunidad de hacer ciencia y tecnología desde la escuela (MINEDU, 2017). El área se encuentra bajo el enfoque de indagación y alfabetización científica y tecnológica y promueven que se desarrollen tres competencias específicas, las cuales deben de poseer los estudiantes peruanos al culminar sus estudios básicos escolares, (véase Tabla 1).

Tabla 1*Competencias que plantea el MINEDU en la enseñanza de las ciencias*

Competencias del área de ciencia y tecnología	
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.	Es contribuir con el conocimiento las respuestas al funcionamiento al mundo natural y artificial de su entorno, usando procesos propios de la ciencia, en donde reflexione y evalúe actitudes como la creatividad y curiosidad científica. En este sentido, el estudiante está en la capacidad de plantearse preguntas sobre la realidad, formular hipótesis, usar herramientas y técnicas para comprobar su hipótesis, generar y organizar datos en función a su experimentación que permita aceptar o rechazar su hipótesis, establecer conclusiones de su proceso y comunicarlos efectivamente usando el lenguaje científico.
Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos; materia y energía; biodiversidad, Tierra y universo.	Es comprender los acontecimientos naturales relacionado con el conocimiento científico, conoce los fenómenos, hechos y causas que contribuya a la representación de un mundo natural y artificial, que le permita evaluar situaciones reales con argumentación y aplicación de la ciencia y tecnología, de modo que tome decisiones acertadas, mejore su estilo de vida y el medio ambiente.
Diseña y construye Soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno.	Significa tener la habilidad para construir objetos basados en el conocimiento científico y tecnológico que proporcione una solución viable a un determinado problema de un contexto, de modo que genere cambios de actitudes en los miembros de una sociedad.

Nota: Extraído del Currículum de la Educación básica (MINEDU, 2016a).

En la Tabla 1, se describen las competencias en el área de Ciencia y tecnología que todo estudiante en el Perú debe lograr al culminar sus estudios referentes a la educación básica. Es

conveniente aclarar que, para efectos de la presente investigación, se centrará únicamente en el análisis de la competencia Indaga.

En este sentido, la competencia indaga mediante métodos científicos para hacer indagación promueve la construcción del conocimiento a través de procesos propios de la ciencia, es decir, siguiendo una pregunta que movilice al estudiante a responderla con procesos científicos como: la observación, experimentación, entre otras. Donde se cuestione y reflexione sobre lo que conoce y lo nuevo que está conociendo. Por ello, el logro de esta competencia requiere el desarrollo y ejercicio de cinco capacidades como: problematiza situaciones, diseña estrategias para hacer indagación, genera y registra datos e información, analiza datos e información y evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación. Debido a la naturaleza de esta investigación, para la evaluación de las capacidades solo son consideradas las dos primeras.

2.5.1.1 Capacidades de la competencia Indaga evaluadas en la investigación.

2.5.1.1.1 Problematiza situaciones. El desarrollo de esta capacidad implica poner en juego la curiosidad, donde el estudiante formalice una pregunta y la interprete para dar respuesta a acontecimientos sobre la naturaleza y fenómenos relacionados a ella. Mencionada pregunta debe conducir a una investigación y experimentación.

2.5.1.1.2 Diseña estrategias para hacer indagación. El desarrollo de esta capacidad comprende la estructuración de una propuesta con rigor experimental y/o científico donde se considere la selección de materiales pertinentes y la selección de instrumentos e información que orienten el proceso, es decir, seleccionar los modos de resolver la pregunta conociendo qué es lo que busca con ella, cómo la obtendrá, qué elementos modificará y cuales mantendrá constante en su indagación.

2.5.2 La competencia científica.

El término competencia científica es muy tratado por diferentes sistemas educativos, programas institucionales y autores. En ese marco, la literatura ofrece que aún no existe concordancia al momento de definirla, sin embargo, existen muchos puntos en común en las diversas definiciones.

2.5.2.1 La competencia científica de acuerdo con diversos autores. El término “competencia científica” como ya se mencionó ha sido tratada por diversos autores, por ello se presenta la Tabla 2, la cual contiene las diversas definiciones que se dan sobre el término en cuestión, posteriormente se seleccionará una de ellas para ser utilizada en la presente investigación.

Tabla 2

Definiciones de competencia científica de acuerdo con diversos autores

Autor / institución	Definición de competencia científica
Pedrinaci et al. (2012)	La formación de personas científicamente competentes es necesario valerse de dimensiones que se orienten hacia el grado de desarrollo de capacidades (describir, explicar y predecir fenómenos naturales, comprender las características sobre la ciencia, cuestionarse y hacer formulaciones para investigar sobre los mismos, posteriormente documentar y discutir los resultados) basados en la funcionabilidad e integridad de los contextos específicos de los estudiantes.
Ferrés et al. (2015)	Habilidad de intervenir en situaciones diversas y contextualizadas de forma integrada que posibilite el uso de conocimientos destrezas y actitudes.
Castro y Ramírez (2013)	Es un proceso complejo y prolongado; está asociado a expectativas de aprendizaje a largo plazo, que deben articularse con las expectativas de corto plazo propuestas y evaluadas por el docente en el aula. Por ello, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales focalizada en la investigación y la resolución de problemas, reorganiza el proceso de comunicación en el aula para compartir y desarrollar el significado científico de los problemas y la negociación cultural de ellos, como condiciones de posibilidad para alcanzar las expectativas de aprendizaje a corto plazo y para el uso social de las competencias. (p. 51)
Crujeiras y Jiménez (2012)	Habilidad para transferir y poner en actuación los conocimientos desarrollados en el proceso de aprendizaje.
Delors (1996)	Capacidad para evocar de forma articulada en realidades concretas las actitudes, destrezas y conocimientos adquiridos en el aprendizaje de la ciencia.
Quintanilla (2016)	Habilidad para desarrollar adecuadamente una tarea con ciertas finalidades, conocimientos, habilidades y motivaciones que son requisitos para una acción eficaz en un determinado contexto.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2004)	Habilidad y disposición para usar la totalidad de los conocimientos y la metodología utilizada en el campo de las ciencias con el fin de explicar el mundo real.
MINEDU (2015)	"Saber actuar en un contexto particular en función a un objetivo o solución de un problema". (p. 10)

Nota: El cuadro muestra las diversas definiciones de competencia científica encontradas en la literatura.

En el marco de la presente investigación se toma en cuenta la definición propuesta por (Pedrinaci et al., 2012, como se citó en Cañal, 2012) como:

conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: Describir, explicar y predecir fenómenos naturales; documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. (p. 5)

La definición citada incluye los planteamientos curriculares que presenta el Ministerio de Educación peruano, estándares internacionales y programas educativos como PISA, que hacen hincapié en la formación de ciudadanos críticos con capacidad para responder a situaciones reales de su contexto valiéndose contenidos propios de la Ciencia.

2.5.2.2 Características de la competencia científica. En el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales el grado de logro de la competencia científica dependerá de la validez que tengan las actividades realizadas por los estudiantes en la resolución de situaciones problemáticas de su entorno de forma investigativa y científica (Cañal, 2012), desde esta perspectiva, Nagusia (2009) afirma que la competencia científica se caracteriza por:

- Tener dominio del conocimiento teórico de la ciencia.
- Tener la habilidad destrezas (conocimiento práctico) para dar solución a un determinado problema
- Desarrollo de actitudes para una comprensión adecuada del proceso científico.
- Permite la resolución de un problema de forma articulada e integrada, pues exige una evaluación unificada y formativa.
- Presenta distintos grados, lo cual es adecuado no solo para la etapa escolar, sino también, en etapas de estudios superiores.
- Tiene un proceso continuo.
- Tiene significatividad y funcionabilidad, pues cada proceso integrado exige nuevos métodos de tratamiento y solución del problema.

En consecuencia, el profesorado tiene el reto de manejar criterios para establecer las metas que desea conseguir con el alumnado, elaborar instrumentos e indicadores para medir el grado de significancia en cada proceso para el logro en el desarrollo de la competencia científica (Cañal, 2012).

2.5.2.3 Importancia de la competencia científica. La formación de los estudiantes bajo el enfoque por competencias hace referencia a los aprendizajes en acción (Martínez et al., 2013), por ello, muchos organismos internacionales y nacionales reconocen la importancia de su formación en el aula de clase, así lo afirma Nagusia (2009) acerca la importancia de la competencia científica:

Resulta crucial para la preparación para la vida de los y las jóvenes en la sociedad contemporánea. Mediante ella, el individuo puede participar plenamente en una sociedad en

la que las ciencias desempeñan un papel fundamental. Esta competencia faculta a las personas a entender el mundo que les rodea para poder intervenir con criterio sobre el mismo. (p. 1)

Por otro lado, Hernández (2005) recomienda que, para ser una persona competente, en la formación de todo estudiante se deben procurar la participación, la autonomía y el aprendizaje significativo para la construcción de conocimientos que le permitan el acceso a la información y a responder a los cuestionamientos de la naturaleza de forma ordenada, secuenciada y metodológica. Asimismo, Ortega et al. (2017) afirman que la competencia científica es un gran medio para la apropiación de competencias profesionales y laborales, puesto que, proporciona un aprendizaje constante para la actuación y desenvolvimiento en un mundo contemporáneo, como el trabajo en equipo, la capacidad de tomar decisiones y la búsqueda de soluciones.

2.5.3 La competencia científica en la formación escolar

En el Perú, la formación del educando en etapa escolar se organiza por niveles y modalidades integradas y articuladas a los fines y objetivos educacionales y por ciclos. La obligatoriedad en la educación básica comprende VII ciclos; inicia con educación Inicial, donde se configuran los fundamentos del desarrollo personal que se consolidan en la primaria y la secundaria. La perspectiva de continuidad propende a la articulación de competencias.

Por consiguiente, se promueve la enseñanza de las ciencias bajo este enfoque por competencias, por ello el (MINEDU, 2015) a través de las orientaciones educativas plasmadas en las Rutas de aprendizaje⁶, manifiesta que la formación de los peruanos en la alfabetización científica:

Es la capacidad de apropiarse y usar conocimientos, fuentes fiables de información, destrezas procedimentales y valores, para explicar el mundo físico, tomar decisiones, resolver situaciones y reconocer las limitaciones y los beneficios de la ciencia y la tecnología para mejorar la calidad de vida. (MINEDU, 2015, p. 12)

Por otra parte, la formación escolar en ámbitos internacionales sigue el mismo procedimiento de la formación educativa peruana. Se tiene como objetivo el trabajo articulado de conocimientos, destrezas y/o habilidades, actitudes y valores para generar el grado de desarrollo de competencia científica (Cañal, 2012).

El desarrollo de la competencia científica, por tanto, implica estructurar el aprendizaje en diversos niveles de organización que plantea el currículo de cada nación. En este sentido, se debe procurar la construcción por parte del alumnado de: conceptos, procedimientos y actitudes

⁶ Como documento de consulta de los profesores en la educación peruana.

referentes a la naturaleza de la ciencia, de modo que, forme la integración de estos conocimientos de forma global y funcional (Pedrinaci et al., 2012).

En definitiva, la formación científica de las personas en edad escolar debe sustentarse en metodologías activas, donde el estudiante: elabore sus propios diseños experimentales, se guíe de los procesos científicos, se cuestione y reflexione para el logro de la competencia científica en sus diferentes grados (Pedrinaci et al., 2012).

2.5.4 La competencia científica en la formación del profesorado

La introducción de las competencias en los currículos escolares desafía al profesorado a tener una formación sólida y poseer las competencias docentes necesarias para poder llegar a los estudiantes en el logro de su proceso de aprendizaje (Torres et al., 2014).

El profesorado de hoy debe dirigirse hacia a la consecución de metodologías articuladas para el desarrollo de competencias mediante la utilización de recursos variados para un aprendizaje autónomo de la ciencia, trabajo con el contexto, la diversidad y la comunidad (Fernández, 2006). Bajo esta perspectiva, sustentan que en el proceso de la formación inicial del profesorado se deben promover la reflexión sobre el saber científico y el conocimiento sobre la competencia científica para movilizar las capacidades, habilidades y actitudes en su labor educativa para enseñar ciencias.

Por otro lado, se debe considerar las concepciones acerca de lo que es ciencia por parte de los futuros profesores, pues generalmente, al momento de la actuación sobre la metodología de enseñanza, estos se basan en creencias, experiencias escolares y metodologías observadas (Fernández et al., 2011). Asimismo, los centros de formación del profesorado, en sus planes de estudio profesional, deben garantizar la formación de la competencia científica en función al nivel educativo que desempeñarán los profesionales de la educación, en ese sentido, la didáctica de las ciencias experimentales en la formación inicial ha de contribuir a la formación continua y global del profesorado más allá de la formación específica, ha de servir para adquirir competencias para intervenir adecuadamente en el ámbito del aula (saber enseñar ciencias y gestionar el grupo-clase), de la escuela (saber participar e impulsar proyectos de innovación) y de la sociedad (saber posicionarse ante problemas sociales y establecer interrelaciones con instituciones y organizaciones) (Pujol, 2008).

Es importante la estructuración de las asignaturas propias de la ciencia para la formación de los FPMF⁷, centradas en el dominio de metodologías activas, donde los futuros profesionales experimenten, comprendan y elaboren diseños de investigación que pongan en juego sus habilidades para adquirir competencias profesionales y puedan aplicar la transferencia a sus estudiantes, lo mencionado exige replantear mallas curriculares flexibles y abiertas a la indagación científica, es

⁷ Futuros profesores de matemática y física

decir, trabajar con los futuros profesores pensando en cómo se va trabajar en las instituciones de educación básica para el desarrollo de la competencia científica.

En relación con la formación permanente o continua del proceso de enseñanza, los profesionales de la educación científica deben basar su trabajo y experiencia a la deliberación de decisiones retadoras a partir de las reflexiones y anotaciones de su praxis, con el propósito de mejorar su intervención basada la promoción del conocimiento científico (García y Ladino, 2008).

Es evidente, en tal sentido, que los planes de estudios de formación del profesorado y de la educación básica se encuentren articulados y adecuados para el logro de aprendizajes sistematizados, con mira a la consecución de resultados comunes: el desarrollo del pensamiento científico.

2.6 Dimensiones de la competencia científica

En el desarrollo de la competencia científica el autor de la presente investigación se basa en (Pedrinaci et al., 2012) quienes afirman que para la formación de personas científicamente competentes es necesario valerse de dimensiones que se orienten hacia el grado de desarrollo de las capacidades basadas en la funcionabilidad e integridad de los contextos específicos de los estudiantes.

Estas dimensiones son cuatro: dimensión conceptual, dimensión metodológica, dimensión actitudinal y dimensión integrada. Estas dimensiones cuentan a su vez con 11 capacidades. En las líneas siguientes se abordan las dos dimensiones que se toman en cuenta en la presente investigación.

2.6.1 Dimensión conceptual

Abarca conocer conceptos científicos para usarlos adecuadamente en describir, explicar y predecir situaciones reales del contexto de los estudiantes para la profundización en el análisis de problemas y soluciones.

Esta dimensión plantea tres capacidades:

- Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
- Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos.
- Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.

2.6.2 Dimensión metodológica

Abarca los fundamentos propios del conocimiento de la ciencia, el por qué y el para qué conocer situaciones científicas. Está relacionado con el proceso científico, pues considera la identificación y la

formulación de preguntas, hipótesis, diseño de planificación, búsqueda de conocimientos de fuentes relevantes para su respectiva interpretación que lleven al estudiante a conclusiones coherentes.

Esta dimensión plantea tres capacidades:

- Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.
- Capacidad de obtener información relevante para la investigación.
- Capacidad de procesar la información obtenida.

2.6.2.1 Capacidades de la dimensión metodológica de la competencia científica según la rúbrica NPTAI. Las capacidades de la dimensión metodológica de la competencia científica guardan relación con las categorías que evalúa la rúbrica NPTAI, esta última cumple la función de cuantificar con relación a las capacidades en niveles de logro de la competencia Indaga. Atendiendo a ello, la rúbrica citada cuenta con siete categorías las cuales serán descritas a continuación.

- **Formulación de preguntas investigables**

Los trabajos de Furman et al. (2013) definen la formulación de preguntas investigables como: "... aquellas que se pueden dar respuesta de manera empírica mediante observaciones o experimentos" (p. 10). En este sentido, se requiere la aplicación de conocimientos propios de la ciencia, el dominio de identificar las variables que intervienen en el proceso y la capacidad de recoger información (Sanmartí y Márquez, 2012). Por otro lado, la formulación de preguntas investigables permite a los estudiantes acercarse a la realidad que representa el objeto a investigar, de ese modo, se involucra en el proceso de generar ideas partiendo de sus experiencias (Furman y Podestá, 2009).

- **Formulación de hipótesis**

Como segundo paso, después de formulada la pregunta investigable, se procede a la realización de una aproximación que intenta explicar el problema identificado, es decir:

La formulación de hipótesis se trata de una explicación probable ante una interrogante o la resolución posible de un problema, que puede comprobarse con la experimentación o datos. Con frecuencia, una hipótesis es una generalización tentativa. Los estudiantes deben tener claridad sobre las hipótesis que están investigando para conocer las variables que tienen que controlar y cómo harán la recolección de datos. (Flórez, 2015, pp. 29-30.)

- **Identificación de variables**

En el proceso de experimentación de una situación en concreto es importante la identificación de las variables con la que se investiga. En esta línea, Buendía et al. (2001) afirman que existen tres tipos de variables: las variables de control que se mantienen constantes en todo el proceso, las variables dependientes que se someterán a experimentación, es decir, aquellas que se

medirán u observarán, y las variables independientes que se pueden modificar en el proceso para dar mayor objetividad a la investigación, esta depende a lo que se busca en la pregunta investigable.

- **Planificación de la investigación**

La planificación en el proceso de investigación permite consolidar su ejecución y resultado, (MINEDU, 2015) garantiza que el planteamiento de la investigación sintetiza la recolección de datos y ayuda a orientar la experimentación, los materiales con lo que se trabajarán y la organización de pruebas para la generación de respuestas con rigor científico.

- **Recogida y procesamiento de datos**

En el proceso de investigación, la recogida y procesamiento de datos es importante pues es clave para la elaboración de conclusiones con criterios científicos propios de la ciencia, por lo tanto, es la descripción a detalle de las características de una investigación; orienta la descripción de la realidad a investigar, la formulación de las explicaciones, la definición de los procedimientos y la manipulación de la realidad investigada para la generación de conocimientos basados en el procedimiento de hacer ciencia (Gallardo y Moreno, 1999).

- **Análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas**

El análisis de datos brinda respuestas a los objetivos de una investigación, sirven para la toma de decisiones. En esa línea, la obtención de conclusiones argumentadas implica buscarle un significado al proceso de forma detallada mediante su comparación con otros conocimientos disponibles: generalizaciones, leyes, teorías, entre otras (Gallardo y Moreno, 1999), para brindar determinaciones que dan sustento a lo que se investiga o experimenta.

Es conveniente aclarar que para fines de la presente investigación se ha tomado en cuenta que para la determinación de la competencia Indaga solo tres categorías de la rúbrica NPTAI han sido consideradas:

- La formulación de problemas investigables.
- La Identificación de variables.
- La planificación de la investigación.

2.7 Las capacidades de la competencia Indaga y las categorías de la rúbrica NPTAI

Como se menciona en los objetivos de la presente investigación, se evalúa las dos capacidades de la competencia Indaga mediante el uso de la Rúbrica NPTAI con sus tres categorías, puesto que ambos guardan relación. En concordancia, con la capacidad de problematiza situaciones para hacer indagación se compara con la categoría de formulación de preguntas investigables e

2.8 Contenido conceptual relacionado a las prepuestas de actividades experimentales

En el presente apartado del capítulo dos, se hace una revisión en la literatura sobre los contenidos que se involucran en las propuestas de las actividades experimentales. Para ello se han tomado en cuenta los siguientes campos temáticos:

- Primera y segunda actividad experimental: las leyes de Newton.
- Tercera actividad experimental: determinación del coeficiente de rozamiento dinámico.
- Cuarta actividad experimental: la fuerza de rozamiento.
- Quinta actividad experimental: las leyes de Newton.

2.8.1 Las leyes de Newton

La rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos considerando las causas que lo producen o lo modifican es la dinámica, es decir, estudia el porqué de los objetos cuando obtienen movimiento o varían de estado (Martín. 2003). En ese sentido, uno de los físicos que contribuyeron enormemente en los conceptos básicos de la física y del movimiento, y que en consecuencia revolucionó el estudio de la naturaleza del universo fue Isaac Newton, quien consolidó tres principios, conocidos el día de hoy como las leyes de Newton, mencionadas leyes configuran el estudio de la física clásica.

- Primera ley: La inercia.

Para introducir la primera ley de Newton se usará la definición dada por Martín (2003): “Todo cuerpo permanece en su estado actual de movimiento con velocidad uniforme o de reposo a menos que sobre él actúe una fuerza externa neta o no equilibrada” (p. 35).

El párrafo citado anteriormente hace referencia a la ley de la inercia, la cual consiste en que, si a un objeto que se encuentra en movimiento constante, o en estado de reposo donde su velocidad es 0 m/s, este no modificará su velocidad ni se deformará respectivamente. Caso contrario, ocurrirá si una fuerza se aplica sobre el objeto. A modo de ilustración se presenta la Figura 3, que muestra la animación de un móvil en movimiento, y cuando este se detenga por una fuerza externa, en este caso frenar, el pasajero ubicado en la zona trasera del bus y que se encuentra en reposo, se moverá por la intervención de la fuerza externa (freno). Explicándose así que un objeto o móvil modificará su movimiento o estado si sobre él se aplica una fuerza.

Figura 3

Representación de la ley de inercia



Nota: Figura tomada de animación de Primera ley de Newton, publicada por Vascak, (s. f.) Extraída de https://vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=es

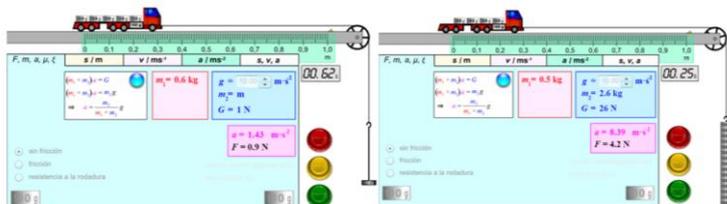
- Segunda ley: Definición de fuerza.

Para definir la segunda ley de Newton, Martín (2003) menciona que: “La aceleración que toma un cuerpo es proporcional a la fuerza neta externa que se le aplica” (p.35). Es decir, la fuerza es la interacción que provoca una aceleración a la masa de un determinado cuerpo, por ello, la fuerza es una magnitud vectorial cuya unidad de medida es el Newton (N). La determinación de la fuerza que actúa sobre un objeto o cuerpo está dada por la siguiente relación: $F = m \cdot a$, donde: (F) es fuerza, (m) es la masa del objeto y (a) es la aceleración.

A modo de ilustración se presenta la Figura 3 que explica la segunda ley de Newton, en ella se visualiza un experimento simulado en el cual se puede agregar peso al camión y a la pesa que se encuentra suspendida en una cuerda, asimismo, se puede observar la relación entre sus magnitudes (velocidad, aceleración, fuerza y tiempo) para comprobar la proporcionalidad entre la fuerza y la aceleración que obtiene el móvil por el peso aplicado, es decir, a mayor fuerza aplicada mayor será la aceleración del camión, tal como se observa en la Figura 4, al agregar peso se incrementa proporcionalmente la fuerza resultante.

Figura 4

Representación de la segunda ley de Newton



Nota: Figura tomada de animación de Segunda ley de Newton, publicada por Vascak, (s. f.) Extraída de https://vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton2&l=es

- Tercera ley: acción y reacción.

Para definir la tercera ley de Newton, Martín (2003) sustenta que: “Si un cuerpo (A) ejerce, por la causa que sea, una fuerza F sobre otro (B), este otro cuerpo (B) ejercerá sobre(A) una fuerza igual en modulo y dirección, pero de sentido contrario” (p. 36).

En otras palabras, en la interacción entre dos cuerpos, si uno de ellos ejerce fuerza sobre otro, este reacciona sobre el primero otra fuerza de igual, pero, con sentido opuesto. A modo de ilustración, se presenta la Figura 5 que ejemplifica la tercera ley de Newton. En ella se muestra una simulación en la que se puede aplicar una fuerza (moviendo el puntero del ratón) y se puede visualizar cómo afecta (reacción) en el otro cuerpo con la misma fuerza, pero con direcciones opuestas.

Figura 5

Representación de la ley de acción y reacción



Nota: Figura tomada de animación de Tercera ley de Newton, publicada por Vascak Vladimir, (s. f.)
Extraída de https://vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=es

2.8.2 La fuerza de rozamiento y el coeficiente de fricción dinámico

2.8.2.1 Fuerza de rozamiento. Denominada también como fuerza de fricción, es un tipo de fuerza que aparece cuando un objeto o cuerpo se pone en contacto con alguna superficie, esta fuerza se opone al movimiento del objeto (MINEDU, 2012). En esta línea, la fuerza de rozamiento que una superficie ejerce es proporcional al coeficiente de fricción (μ) y a la fuerza normal (F_n) que es perpendicular a la superficie de contacto, mencionado coeficiente de fricción puede presentarse de dos tipos: uno cuando el cuerpo se encuentre en movimiento (μ_k) y otro cuando el cuerpo se encuentre estático (μ_s); en ambos casos el valor de (μ) depende de la naturaleza de las superficies en contacto. Por ende, para determinar la fuerza de rozamiento en una superficie se parte de la siguiente ecuación: $F_r = \mu \cdot N$, donde: F_r es la fuerza de rozamiento, μ coeficiente de fricción y N es la fuerza normal.

2.8.2.2 Coeficiente de rozamiento dinámico(μ_k). se define como:

La rugosidad de las superficies la adhesión, la formación de microsoldaduras y la creación de enlaces intermoleculares, esto depende de los materiales que están en contacto. El coeficiente de fricción es independiente de la presión de contacto sobre una gama relativamente amplia de materiales. (Ordoñez, 2015, p. 19)

En consecuencia, el coeficiente de fricción dinámico aparece cuando un objeto se pone en contacto con la superficie y adquiere movimiento.

A lo largo de todo el presente capítulo, se desarrollaron los temas en relación a los objetivos de la tesis, además, se ha considerado el contenido conceptual involucrado en los planteamientos de las cinco actividades experimentales propuestas por los FPMF, los cuales servirán al momento de considerar el análisis correspondiente para la determinación de la competencia Indaga.



Capítulo 3: Metodología de la investigación

En este capítulo se describe la metodología de investigación utilizada en el desarrollo del presente trabajo, por tanto, se detalla el tipo y nivel de la investigación, el diseño, la población y la muestra involucrada en la misma.

3.1 Tipo y nivel de la investigación

La presente investigación se basa en un enfoque mixto, es decir, aquella que incluye características de los enfoques cuantitativo y cualitativo, así lo señalan Hernández et al. (2010) cuando definen la metodología por investigación mixta:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 546)

Por un lado, es cuantitativo porque la investigación partirá del análisis cuantitativo de la competencia Indaga evidenciados en los FPMF, tomando como referente la rúbrica NPTAI. En complemento, es cualitativo porque se toma en cuenta los conocimientos, destrezas y habilidades de los FPMF para determinar el nivel de logro de la competencia Indaga alcanzado cuando proponen actividades experimentales.

3.2 Paradigma y diseño de investigación

El desarrollo de la presente investigación estará orientado hacia el paradigma interpretativo, pues tal como afirma Pérez (1994):

Este paradigma atiende y abarca diferentes problemáticas que se presentan en un contexto social, sobre todo el educativo pues cuenta con una base epistemológica constructivista (interacción con los otros) que nos lleva a aceptar que los seres humanos no descubren el conocimiento, sino que lo construyen. Elaboramos conceptos, modelos y esquemas para dar sentido a la experiencia, y constantemente comprobamos y modificamos estas construcciones a la luz de nuevas experiencias. (p. 26)

El tipo de diseño que se pretende realizar en esta investigación es el estudio de casos, porque busca un estudio intensivo de una situación única que permite su comprensión a profundidad para su descripción, interpretación y evaluación que conduce al planteamiento de nuevas dimensiones a investigar, según Ramírez et al. (2004). En consecuencia, dentro del diseño de investigación por estudio de casos, el trabajo se puede ubicar dentro del tipo de estudio de casos instrumental según su finalidad, así lo formula (Stake, 2005 como se citó en Jiménez y Comet, 2016) puesto que:

Pretenden generalizar a partir de un conjunto de situaciones específicas. El caso se examina para profundizar en un tema o afinar una teoría, de tal modo que el caso juega un papel secundario, de apoyo, para llegar a la formulación de afirmaciones sobre el objeto de estudio. Es el diseño de casos múltiples y se emplea cuando se dispone de varios casos para replicar. (p. 7)

3.2.1 Variables de investigación

Para el desarrollo de la presente tesis de investigación, se han considerado como variables:

- **Variable dependiente:** nivel de logro de la competencia Indaga evidenciadas en los FPMF. En relación con las categorías⁸:
 - ✓ Formulación de problemas investigables.
 - ✓ Planificación de la investigación.
 - ✓ Identificación de variables: variable dependiente, variable independiente, y variable de control.
- **Variable independiente:** cinco actividades experimentales propuestas por los FPMF.

3.2.2 Procedimientos a seguir en el desarrollo de la investigación

La investigación actual consta de varios procedimientos los cuales serán detallados a continuación:

- Búsqueda de información en función a la variable dependiente de investigación (nivel de logro de la competencia Indaga) y variable independiente (propuestas de actividades experimentales con indagación).
- En la variable independiente. Análisis de cinco propuestas de actividades experimentales con indagación (se tomarán los informes escritos presentados por los FPMF) utilizando la rúbrica de evaluación New Practical Test Assessment Inventory (NPTAI) propuesta por (Ferrés et al., 2015). La citada rúbrica, permite transformar el análisis cualitativo de las respuestas en datos cuantitativos. A partir de estos datos cuantitativos se puede determinar el nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga. Cabe resaltar que las categorizaciones de las respuestas de los informes escritos serán realizadas por dos personas: el tesista y la directora de la tesis de manera independiente. Como medida de fiabilidad de las categorizaciones realizadas por los dos investigadores se calcularán los índices de acuerdo ($\text{índice de acuerdo} = A/A+D$; A = acuerdos en cada una de las categorizaciones realizadas y D=desacuerdos en las mismas), para cada una de las actividades y sus correspondientes categorías. El índice de acuerdo entre investigadores puede variar entre los valores 0 (ningún acuerdo) y 1 (acuerdo absoluto). En caso de

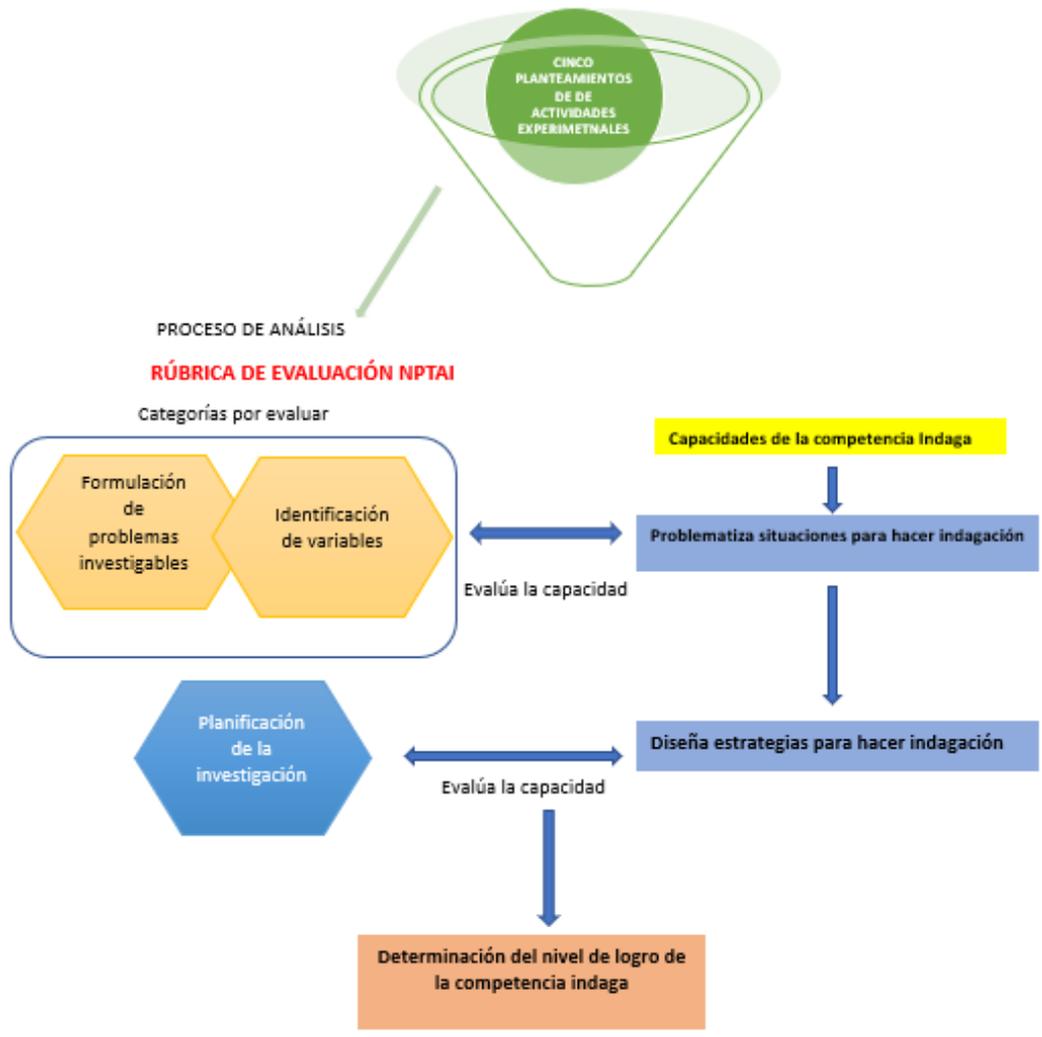
⁸ Esta relación ya se ha tratado en el capítulo anterior

discrepancias, se tratará de llegar a un consenso haciendo nuevos análisis (Silverman & Marvasti., 2008).

A modo de ilustración se presenta en la Figura 6 que muestra el procedimiento a seguir en el análisis de los informes.

Figura 6

Procedimiento a seguir para el análisis de informes



Nota: elaboración propia.

En las siguientes líneas, se detallan las cinco propuestas de actividades experimentales, las cuales corresponden a la asignatura de Física II y su didáctica durante el semestre académico 2017-II.

Es importante mencionar que la enumeración y secuenciación de las actividades experimentales que se presentan a continuación están ordenadas en función a la fecha en que fueron presentadas y evaluadas a los FPMF.

Tabla 3*Detalle de las cinco propuestas de actividades experimentales*

No	Nombre y descripción de la propuesta de la actividad experimental	Campo temático
1	<p>Construcción de un carro casero como recurso didáctico para explicar las leyes de Newton.</p> <p>Los FPMF debieron proponer una actividad experimental basada en el enfoque de indagación donde se consideren los contenidos de algunas leyes de Newton.</p>	Leyes de Newton
2	<p>Uso de un material didáctico como recurso para explicar las leyes de Newton.</p> <p>Los FPMF debieron proponer una actividad experimental basada en el enfoque de indagación donde se consideren los contenidos de algunas leyes de Newton.</p>	Leyes de Newton
3	<p>Diseño de actividad experimental usando una rampa para explicar la determinación del coeficiente dinámico (μ_k).</p> <p>Los FPMF debieron proponer el diseño de una actividad experimental basada en indagación, donde se utilice los contenidos involucrados para determinar la μ_k de un bloque en movimiento.</p>	Coeficiente dinámico
4	<p>Uso de material didáctico (RAMPA) para enseñar la fuerza de fricción.</p> <p>Los FPMF debieron plantear el diseño de una actividad experimental basada en indagación, donde se involucren contenidos relacionados a la enseñanza de la fuerza de fricción.</p>	Fuerza de rozamiento
5	<p>Uso de material didáctico casero “la cañita” para explicar las leyes de Newton.</p> <p>Los FPMF debieron plantear el diseño de una actividad experimental basada en indagación, donde se involucren contenidos relacionados a la enseñanza de las leyes de Newton.</p>	Leyes de Newton.

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se describen las pautas a seguir en cada actividad para que los FPMF desarrollen.

- Seguidamente se determinará el nivel de logro de las capacidades de la competencia Indaga por los FPMF
- Finalmente, se procederá a la discusión e interpretación de los resultados para brindar orientaciones y recomendaciones a la formación de futuros profesores.

3.3 Determinación de la competencia Indaga

La aplicación de la rúbrica NPTAI permite decodificar los resultados obtenidos en función de los Niveles de Competencia de Indagación (NCI), esta clasificación determina el logro alcanzado de los FPMF en una escala ordinal de cinco ítems. A continuación, se muestra la Tabla 4 que categoriza los niveles de la competencia Indaga con relación al puntaje alcanzado en la rúbrica NPTAI.

Tabla 4

Niveles de competencia indaga

Niveles de la Competencia de Indagación	
Valor NPTAI	Competencia de Indagación mostrada
8 -10	Indagador
6 – 7	Indagador Inseguro
4 – 5	Indagador Incipiente
2 – 3	Precientífico
0 – 1	Acientífico

Nota: Extraído y adaptado de Ferrés et al. (2015)

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>

Como ya se aclaró en páginas anteriores, para efectos de la presente investigación, de las siete categorías que evalúa la rúbrica NPTAI solo se han tomado en cuenta tres categorías para la evaluación de las propuestas de actividades experimentales realizadas por los FPMF, en ese sentido, de los 24 puntos que evalúa la rúbrica NPTAI, se tomarán 10 puntos como alcance máximo. Por lo que se reestructura los Niveles de Competencia de Indagación, (véase Tabla 5).

Tabla 5

Descripción de los niveles de competencia de indagación

DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	
Valor NPTAI	Descripción de la competencia de indagación por nivel
Indagador	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concretas interrogantes.</i> • <i>Planifica un diseño experimental o una obtención de datos que ofrece una secuencia lógica, y hace una buena descripción del proceso metodológico.</i> • <i>Identifica VI, VD y VC, algunas veces de manera incompleta o imprecisa.</i> • <i>Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente, buen tratamiento de datos y réplicas y controles.</i>
Indagador inseguro	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concretas interrogantes, algunas veces con formulación ambigua.</i> • <i>Planifica un diseño experimental o una obtención de datos que ofrece una secuencia lógica parcial, casi siempre con réplicas y controles y/o con una descripción incompleta del diseño metodológico.</i> • <i>No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con la planificación de la investigación, o identifica VI y VD de manera imprecisa.</i> • <i>Análisis de datos incompleto o poco fundamentado en algunos aspectos.</i>
Indagador incipiente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identifica problemas de investigación de forma genérica, en algunas veces ambigua.</i> • <i>Planifica un diseño metodológico que ofrece una adecuada descripción, pero con déficits en réplicas y controles y con una descripción incompleta del proceso metodológico.</i> • <i>Recogida de datos con errores o imprecisiones y/o con evidencia de falta de relación entre los datos.</i>
Precientífico	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas.</i> • <i>Planifica un diseño metodológico que solo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles.</i> • <i>No identifica variables.</i> • <i>Recogida de datos incompleta, con falta de precisión o con déficits en la aplicación de técnicas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos.</i>
Acientífico	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No identifica problemas o plantea problemas inabordables.</i> • <i>No propone diseño metodológico o hay diseño, pero no lo identifica o el diseño solo permite una comprobación parcial.</i> • <i>El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar.</i> • <i>No ha recogido datos o la recogida de datos es muy incompleta y su tratamiento inadecuado.</i> • <i>No sabe describir las características de los procesos de indagación: errores y tautologías.</i>

Nota: Tomado y adaptado de Ferrés et al. (2015). Extraído de

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>

En la Tabla 5, para establecer los NCI se determinaron intervalos de valoraciones cuantitativas a partir del análisis de las capacidades y dificultades encontradas en los FPMF, por lo tanto, el nivel superior de NCI corresponde al FPMF que tiene un buen dominio de los procesos de la competencia de indagación, por el contrario, el nivel inferior corresponde a que el FPMF se encuentra en inicio de desarrollar la competencia Indaga.

3.4 Población y muestra

La población y muestra de la presente investigación la conforman nueve FPMF que realizaron estudios en la Facultad de Ciencias de la Educación, matriculados en la especialidad de Matemática y Física de la Universidad de Piura que cursaron la asignatura de Física II y su didáctica en el semestre académico de 2017-II.

Los FPMF, cursaron la asignatura en una edad promedio de 21-22 años, correspondiente al penúltimo año de formación profesional para ser profesores de Matemática y Física⁹. Por otro lado, del grupo muestral el 55.56% corresponden al sexo masculino y el 44.44% corresponden al sexo femenino, (véase Figura 7).

Figura 7

Distribución porcentual por sexo de la muestra de estudio en la investigación



Finalmente, para nombrar a los nueve FPMF en el desarrollo de la presente investigación y proceder con la protección de datos personales y derecho a la privacidad, se codificará con el prefijo A seguido del número uno hasta el nueve como se detalla a continuación: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 y A9.

⁹ La duración de la carrera profesional en ciencias de la educación en la universidad de Piura tiene una duración de cinco años, además, la asignatura de Física II y su didáctica es la continuación de otro curso llamado Física I y su didáctica.



Capítulo 4: Análisis e interpretación de resultados

En este capítulo se abordan la descripción de los resultados obtenidos a partir del análisis de contenido de las cinco propuestas de las actividades experimentales del grupo muestral perteneciente a la asignatura de Física II y su didáctica durante el semestre académico del 2017-II; donde se van a evaluar las capacidades referidas al logro de la competencia Indaga dentro del marco educativo propuesto por el MINEDU.

Se evalúan dos capacidades relacionadas la competencia Indaga propuesto por (MINEDU, 2015).

- Problematiza situaciones para hacer indagación.
- Diseña estrategias para hacer indagación.

Para la determinación del logro de la competencia Indaga se evalúan las capacidades tomando como referencia tres categorías de la rúbrica NPTAI (la cual se presenta como Apéndice 1) de las siete que evalúa. Las cuales son:

- Identificación de problemas investigables.
- Planificación de la investigación.
- Identificación de variables.

Cabe resaltar que, como ya se mencionó en el capítulo anterior, para el análisis de las propuestas de actividades experimentales, se partirá de la evaluación realizada de manera independiente por los investigadores en la presente tesis para la determinación del índice de acuerdos, por tal motivo, una vez terminadas las evaluaciones, los investigadores (tesista y directora de tesis) llegaron a un consenso cuyo resultado fue: que el índice de acuerdos en todas las categorizaciones evaluadas de las cinco propuestas de actividades experimentales es igual a 1.

4.1 Análisis de las capacidades de la competencia Indaga

A continuación, se hace un análisis de los resultados obtenidos, tomando en cuenta las capacidades de la competencia Indaga propuesta por (MINEDU, 2015) y basadas en la rúbrica NPTAI. Es conveniente mencionar que, en la descripción de las actividades experimentales, se van a seleccionar como muestra las propuestas más representativas de los FPMF que ejemplifiquen las categorías evaluadas. Para las transcripciones de las muestras seleccionadas, estas se copiarán fielmente porque se quiere mantener la originalidad de las ideas propuestas de los FPMF.

4.1.1 Análisis del primer informe del planteamiento de la actividad experimental

4.1.1.1 Descripción de la actividad. Se les pidió a los FPMF proponer una actividad experimental basada en el enfoque de indagación donde se considere la enseñanza de algunos contenidos de las leyes de Newton. Para ello, se debe partir de la Figura 8.

Figura 8

Material casero para hacer propuesta de actividad experimental con indagación



Nota: Tomado de trabajo No 2 de la asignatura de Física II y su didáctica. Extraído de

<https://instagrid.me/y/qRgUJpQ4OL0>

4.1.1.1.1 Análisis de la categoría formulación del problema investigable. De los nueve FPMF tomados en el análisis de la presente investigación se encuentra que dentro de las tres escalas que presenta la rúbrica NPTAI que oscilan desde cero a dos puntos dentro del criterio de formulación de la pregunta investigable correspondiente a la primera propuesta de actividad experimental se obtuvo que: los FPMF A2, A3, A4, A6, A7 y A8 lograron el mayor puntaje, un ejemplo lo representa el FPMF A8 quien lo formula como: “¿influirá que [*sic*] tanto este inflado el globo en la velocidad del carrito?”. citada pregunta, lo realiza de forma adecuada y considera el manejo de variables en ella.

Por otro lado, el FPMF A9 quien obtuvo un punto, presenta la formulación de su pregunta como: “¿influirá el tamaño del carrito para explicar algunas leyes de Newton?”, dicha formulación es imprecisa, pues no define los objetivos que desea perseguir, por lo tanto, le falta contextualizar y profundizar la pregunta a la investigación que se pretende hacer. Por ello, la falta de exactitud al momento de considerar la variable en la formulación de la pregunta; de acuerdo a la literatura científica es imprescindible el uso de términos científicos para la formación del pensamiento crítico y científico como actos que potencialicen objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental (siendo este último una dimensión que es evaluada en la presente investigación), aspectos relacionados con la metodología científica, y la promoción de capacidades para el razonamiento (López y Tamayo, 2012).

En contraposición a lo anterior, los FPMF A1 y A5 no lograron puntaje puesto que, lo realizan de forma inabordable, a modo de ejemplo se presenta la pregunta investigable realizada por el FPMF A5: “¿El carrito llega más lejos de la pared, al lanzarlo con mayor intensidad hacia ella (pared)?” La citada pregunta es inabordable, pues su formulación sale del contexto de la experimentación, además al no existir precisión en su formulación no facilita a la construcción del conocimiento científico (López y Tamayo, 2012). En ese sentido, la nula identificación de variables, la falta de claridad y la mala precisión en la formulación de la pregunta como primer paso para indagar (Ferres y Marbá, 2017), podría atribuirse a una mala comprensión conceptual acerca del fenómeno con la que los FPMF se enfrentan (Furman et al., 2013).

Por lo tanto: el 66.7% formula su pregunta de forma precisa, adecuada y concisa alcanzando el puntaje más alto en mencionada categoría de dos puntos; por otro lado, el 11.1% formula su pregunta de forma errónea y/o ambigua, alcanzando el puntaje de un punto y finalmente el 22.2% formula su pregunta de forma inabordable sin alcanzar puntaje. En atención a ello, se presenta la Figura 9 que muestra el porcentaje de los puntajes alcanzados por los FPMF.

Figura 9

Distribución porcentual del puntaje alcanzado en la categoría formulación del problema investigable



Los resultados mostrados en la Figura 9, dan indicios de que un gran porcentaje (66.7%) de los FPMF plantean correctamente la pregunta investigable.

4.1.1.1.2 Análisis de la categoría planificación de la investigación. Para la evaluación de la categoría planificación de la investigación correspondiente a la primera propuesta de actividad experimental, se obtuvo lo siguiente: los FPMF A2, A3, A6 y A7 lograron la totalidad del puntaje, pues presentaron correctamente la propuesta de su diseño, por ello, las propuestas válidas presentadas por los FPMF en mencionada categoría; sigue una secuencia metodológica y científica, acudiendo al uso de variables a investigar que permitan a los FPMF indagar sobre su propuesta de experimentación para el desarrollo del conocimiento científico (Di Mauro y Furman, 2012). A modo de ilustración se presenta en la Figura 10 la planificación realizada por el FPMF A6.

Figura 10

Planificación de la investigación realizada por el FPMF A6

- Construir el carrito con materiales caseros, para este experimento se necesitan dos botellas iguales, 8 tapas de botellas para las ruedas, cañitas o sorbetes, globos grandes, cinta, silicona y ruedas, piedras de río, cronómetro, wincha.
- Una vez contruidos los carritos asegurandonos [sic] que sean totalmente iguales a uno de ellos se le echaría unas cuantas piedras de río.

Para ejemplificar lo propuesto por el FPMF A6, ilustra un esquema (véase Figura 11) que muestra la colocación de piedras en uno de ellos para poder iniciar con la experimentación.

Figura 11

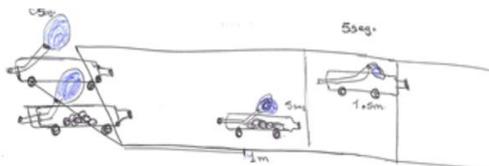
Representación gráfica del diseño experimental propuesta por el FPMF A6.



Posteriormente propone colocar los carritos en una superficie lisa y con la misma cantidad de aire. (véase Figura 12)

Figura 12

Esquema experimental para seguir propuesta por el FPMF A6.



Finalmente, el FPMF A6, concluye la propuesta a seguir en la planificación de la investigación, mostrando los pasos indicados en la Figura 13.

Figura 13

Continuación de la propuesta en la planificación de la investigación del FPMF A6

- Cuando los carritos esten [sic] ahí y con el mismo tamaño de globo hay que soltarlos y con ayuda de un cronómetro calcular el tiempo en que el aire termina de salir del globo y con la ayuda de una wincha calcular la distancia recorrida
- Después de soltar los carritos concluimos que ambos globos quedan sin aire en 5 segundos y que el carrito con piedras recorrió un metro mientras que el otro 1.5.
- Damos respuesta a nuestra pregunta investigable: el peso de carritos influye en la distancia recorrida y ya que sí pesa más recorre menos. Y si pesa menos que corre más.

El FPMF A6 presenta su diseño experimental de forma correcta, detallada y concisa pues considera todas las variables de su investigación y responde a la formulación de su pregunta investigable.

En contraste, el FPMF A5 obtuvo tres puntos puesto que lo presenta de forma correcta, pero, incompleta e imprecisa (véase Figura 14). Además, no guarda relación con la pregunta investigable ya que medir la fuerza de lanzamiento para el contexto del problema sería inabordable, puesto que no especifica de forma operativa cómo lo haría. A modo de ilustración se presenta su planteamiento:

Figura 14

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A5

- El docente presenta ante sus alumnos el carrito casero y da especificaciones de cómo lo hizo.
- Hace una pequeña demostración de lo que hará, lo cual puede de acompañar con preguntas que llamará la atención de los estudiantes: ¿qué sucederá si lanzo mi carrito contra la pared? ¿Qué sucedió? ¿Por qué pasó? Esto será el inicio de la actividad.
- Luego de ya iniciada la actividad y cuando el alumno ya tiene una idea de lo que sucede se procede con la pregunta investigable ¿llegará a mayor distancia de la pared si la lanzó con mayor intensidad? (aclaración: en la planificación de la investigación el FPMF propone una pregunta investigable distinta a la formulada anteriormente).
- Los estudiantes harán sus hipótesis al respecto. Se continúa ahora realizando un mínimo de 5 intentos por persona (un profesor y dos alumnos). Los demás deberán anotar las medidas (usar un centímetro).
- Después de realizados los intentos y medidas correspondientes cuidadosamente se comprobará que a mayor intensidad mayor será la distancia ahora entonces se insistirá en las preguntas realizadas al inicio aclarando que a lo que llamaron intensidad es nada más que el resultado de la fuerza (interacción entre los cuerpos) y además como *[sic]* esta ganará una reacción (otra fuerza contraria) por lo cual nuestro carrito se verá a diferentes distancias pues, dependen de la fuerza que fueron lanzadas.

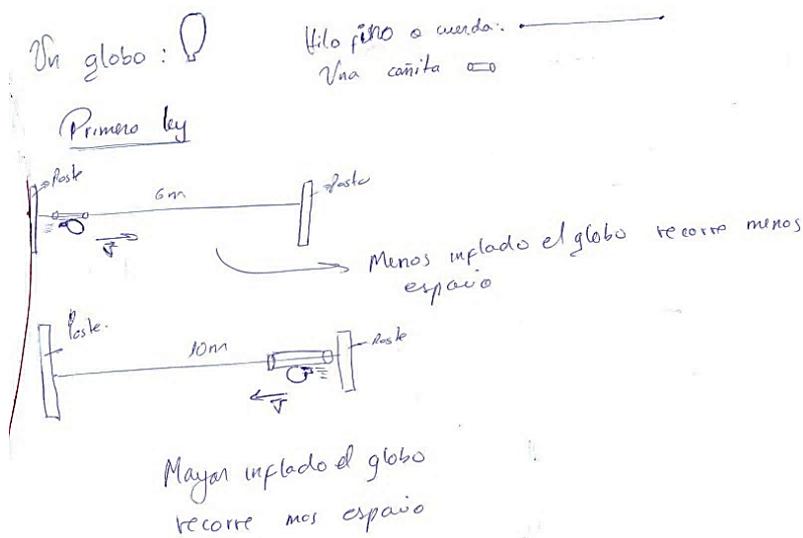
Por otro lado, en la Figura 15 se presenta la planificación realizada por el FPMF A8, quien obtuvo un punto; la asignación del puntaje es debido a las siguientes razones: no refleja la relación con las variables involucradas en la investigación, la planificación se presenta incompleta y no se adecúa exactamente a lo solicitado que es proponer una actividad experimental partiendo de un material casero (carrito) para explicar algunas leyes de Newton.

Figura 15*Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A8*

DISEÑO EXPERIMENTAL

- Materiales
 - Cuatro botones grandes del mismo tamaño.
 - Una botella con tapa
 - Un globo
 - Un tubo curvado [Sic]
 - Dos varillas de hierro al ancho de la botella y finas, es decir no gruesas.
- Con ese material que indica el docente ahora les dice a sus alumnos qué es lo que podrían hacer para explicar las leyes de Newton.
- Además, les dice que eso sería una opción con los materiales a trabajar, no obstante, tienen la total libertad que busquen material casero para realizar algún experimento de tal manera que se explique alguna ley de física.

Finalmente, el FPMF A8 en la Figura 16 realiza una representación gráfica de cómo armaría la estructura para iniciar con su experimentación.

Figura 16*Representación gráfica del diseño experimental del FPMF A8*

Finalmente, hay evidencias de que algunos FPMF, no presentan el diseño experimental o lo presentan sin rigor científico, prueba de ello es la propuesta del FPMF A1, quien propone un diseño fuera de contexto, es decir, no se presta a una actividad indagatoria, pues existe una consigna clara

en la evaluación, que es el de proponer una actividad con indagación, por el contrario, el FPMF A1 quien no alcanza puntaje, se centra únicamente en la construcción del recurso y no plantea qué medirá o cómo trabajará las leyes de Newton (en este caso la construcción del carro). A modo de ilustración se coloca la Figura 17 que muestra la transcripción de lo presentado por el FPMF A1.

Figura 17

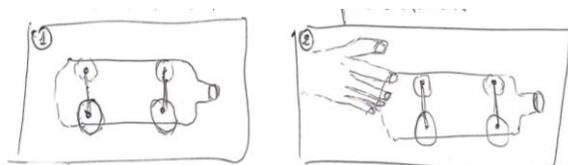
Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A1

- Primero se debe comunicar a los estudiantes que traigan botellas vacías de igual tamaño y forma, así como tapas de botellas adicionales, tijeras, pegamento, tubitos de plástico o palitos, etc.
- Luego planteamos que se deben cortar dos tubitos de plástico o palitos.
- Seguidamente se sugiere hacer agujeros en la botella la cual debe estar en forma horizontal (dichos agujeros servirán para transportar los palitos que pongan con las llantas de tapas que funcionarán).
- Se hace un agujero a las 4 tapas de modo que estos estén en el centro de la tapa.
- Se pasa colocar los palos en la botella plástica.
- Seguidamente se le da paso a la colocación de las tapas de la botella que funcionarán como llantas en el carro que se construirá.
- Tratar de que las llantas del carro queden separadas de la botella para que el carro pueda movilizarse.
- Luego se replanteará los estudiantes que dejen en un lugar específico el carro construido y que luego otro grupo trate de hacer mover el carrito.
- El paso siguiente es preguntarles, qué es lo que observan ante las dos situaciones presentadas.

En esta propuesta de la planificación, el FPMF A1, plantea dos situaciones, uno en la que el carrito no se mueva y otra en que, si se mueva. Tal y como se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Esquema del diseño experimental propuesto por el FPMF A1

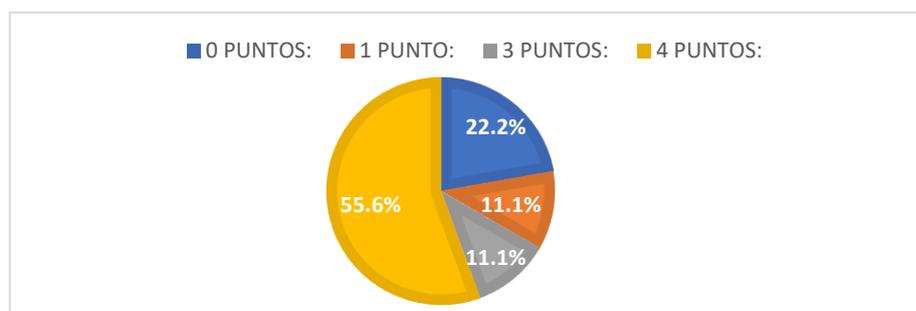


Por consiguiente, en relación a la presente categoría se encuentra que: el 55.6% plantean el diseño experimental de forma concreta, adecuada y concisa logrando la totalidad del puntaje; el 11.1% plantea el diseño de experimentación de forma correcta, pero, con una descripción incompleta obteniendo tres puntos, por otro lado, el 11.1% plantea el diseño de experimentación que no responde al hipótesis de la investigación obteniendo un punto y finalmente el 22.2% no

identifica o no propone el diseño a seguir en la investigación sin alcanzar puntaje. A modo de ilustración, se presenta la Figura 19 que muestra el puntaje alcanzado por los nueve FPMF en mencionada categoría.

Figura 19

Distribución porcentual de puntaje alcanzado en la categoría de planificación de la investigación



En la Figura 19 se muestra que, aunque no todos los FPMF alcanzaron el puntaje máximo en citada categoría, existe un grupo mayoritario del 55.6% que logran proponer bien su planificación de la investigación pues obtuvieron cuatro puntos.

4.1.1.1.3 Análisis de la categoría identificación de variables. Para la valoración de la primera propuesta de actividad experimental correspondiente a la categoría de identificación de variables, los FPMF A2, A3, A4, y A5, alcanzaron el máximo puntaje de cuatro puntos, pues lo realizan de manera correcta y adecuada para el proceso de experimentación, además de coincidir en las mismas variables dependiente e independiente. Para ejemplificar se presenta lo identificado por el FPMF A4, (véase Tabla 6).

Tabla 6

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“La cantidad de aire en el globo”. (FPMF A4)
Variable dependiente	“espacio recorrido.” (FPMF A4)
Variable de control	“el carrito debe ser el mismo, el mismo globo, el mismo lugar desde donde inicia el carrito”. (FPMFA4)

Por otro lado, el FPMF A1 identifica las variables descontextualizadas, pues no precisa las variables ya que son estas las que otorgan objetividad a una experimentación científica, por lo que se le asignó el puntaje de tres puntos, ya que, la variable dependiente no queda claramente

definida, no precisa con mayor detalle las variables de control. A continuación, se muestra lo identificado por el FPMF A1, (véase Tabla 7).

Tabla 7

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A1

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“la botella utilizada, el tamaño del carro el estado de movimiento o de reposo del carro”. (FPMF A1)
Variable dependiente	“el estado de movimiento o de reposo del carro”. (FPMF A1)
Variable de control	“los materiales usados”. (FPMF A1)

En contraste, los FPMF A6 y A7, lograron obtener dos puntos, puesto que en ambos planteamientos hace falta detallar las variables a utilizar y en el caso de la FPMF A6, no identifica correctamente la variable independiente, a pesar de que en su planificación considera como variable independiente el peso del carrito ya que afirma que pondrá piedras o no dentro de la botella, asimismo, también se equivoca al momento de señalar la variable de control. A modo de ilustración, se presenta la identificación de variables realizada por el FPMF A6, (véase Tabla 8).

Tabla 8

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A6.

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“el tiempo en que el globo se queda sin aire”. (FPMF A6)
Variable dependiente	“la distancia recorrida”. (FPMF A6)
Variable de control	“el peso del carrito”. (FPMF A6)

Finalmente, los FPMF A8 Y A9, no los identifican correctamente, por lo que no se les asignó puntaje. A modo de ejemplo se muestra las variables identificadas por el FPMF A9, (véase Tabla 9).

Tabla 9

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“materiales”. (FPMF A9)
Variable dependiente	“los 4 carros fabricados con botellas descartables”. (FPMF A9)
Variable de control	“carrito”. (FPMF A9)

El FPMF A9 no contextualiza la propuesta de actividad experimental a realizar, no define correctamente qué función cumplen las variables en su investigación.

Por consiguiente, de los nueve FPMF, partícipes de la presente investigación se estableció que: el 44.4% identifican correctamente las variables involucradas en su diseño, el 11.1% los identifican, pero de forma imprecisa, el 22.2% confunden las variables identificadas y el 22.2% no los identifican o son planteadas fuera del contexto de la experimentación. Para ilustrar se muestra la Figura 20 que resume el porcentaje logrado por los FPMF.

Figura 20

Distribución porcentual de puntaje alcanzado en la categoría de identificación de variables



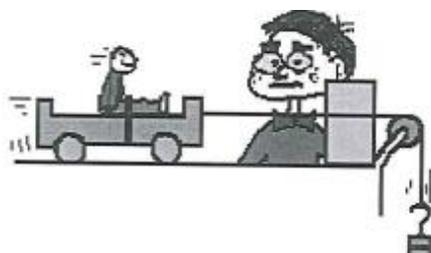
Los resultados mostrados en la Figura 20, dan indicios que un gran porcentaje (44.4%) de los FPMF identifican correctamente las variables de investigación.

4.1.2 Análisis del segundo planteamiento de la actividad experimental

4.1.2.1 Descripción de la actividad. Los FPMF deben proponer una actividad experimental basada en el enfoque por indagación donde se involucre contenidos relacionados a la enseñanza de las leyes de Newton. Para ello deben tomar como referencia la Figura 21.

Figura 21

Material didáctico para hacer la propuesta de la segunda actividad experimental con indagación



Nota: Tomado de trabajo práctico No 2 de la asignatura de Física II y su Didáctica, figura extraída de <http://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/lesson-1/Newton-s-First-law>

4.1.2.1.1 Análisis de la categoría formulación del problema investigable. De los nueve FPMF tomados en el análisis de la presente investigación se encuentra que: los FPMF A2, A3 y A4

plantean su pregunta de forma precisa y abordable al proceso de experimentación. Asimismo, consideran las variables involucradas en su investigación y se prestan a lo que se pretende obtener. Según la categorización de la rúbrica del NPTAI el puntaje asignado es de dos a cada uno de los tres FPMF mencionados; para ejemplificar se cita la formulación de la pregunta investigable realizada por el FPMF A3: “¿influirá la cantidad de canicas que ponga en el recipiente que tira de la cuerda, en el tiempo que tarda mi carrito en chocar el bloque 1?”. En dicho planteamiento se considera las variables a observar y fijar en el proceso.

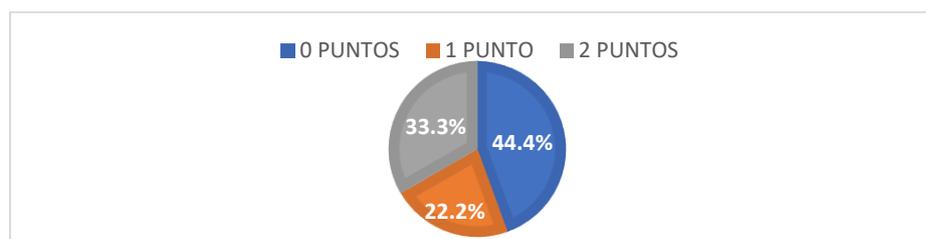
Por el contrario, los FPMF A1 y A6 no contextualizan la pregunta investigable que se pretende conseguir con la investigación, falta precisar lo que se quiere observar (variable dependiente en la investigación) por lo que se asignó un punto. Ante ello, se presenta la formulación hecha por el FPMF A1: “¿Cuál objeto creen que jalará primero al otro, la pesa o el carro?”.

Asimismo, los FPMF A5 y A8 no formulan su pregunta investigable, por lo que no se les asignó puntaje.

Finalmente, los FPMF A7 y A9 formulan la pregunta de manera ambigua, no se presta para el proceso de experimentación por lo que no se le asignó puntaje. A modo de ejemplo se cita lo propuesto por el FPMF A9: “Influirá el número de personas que suben al carrito?” dicha formulación es incompleta, ambigua y no permite hacer indagación. Ante lo mencionado, se presenta la Figura 22 que muestra los porcentajes logrados en la presente categoría.

Figura 22

Distribución porcentual de puntaje alcanzado de la categoría formulación de problemas



Los resultados de la Figura 22, muestran que el 44.4% de los FPMF no identifican correctamente los problemas a investigar o no los plantean, el 22.2% lo realizan de forma ambigua y el 33.3% lo formulan de forma correcta. Por tal sentido, las dificultades para formular la pregunta investigable como elemento inherente para dar solución a un problema científico (García y Furman, 2014), podría atribuirse al desconocimiento por parte de los FPMF sobre el significado y rol que cumple una variable en el proceso de experimentación, es decir, distinguir las condiciones de estas si

son controlables o modificables, para que en consecuencia se permita proponer diseños adecuados que permita un adecuado recojo de datos sobre la actividad indagatoria (García y Furman, 2014).

4.1.2.1.2 Análisis de la categoría planificación de la investigación. Para la evaluación de la presente categoría, correspondiente a la segunda propuesta de actividad experimental, se determinó que dentro de las cinco escalas que presenta la rúbrica NPTAI que van desde cero a cuatro puntos; los FPMF que lograron el mayor puntaje son: A2, A3, A4 y A6; para citar un modelo cuya planificación es correcta, se presenta el diseño propuesto por el FPMF A2 en la Figura 23.

Figura 23

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2

Se monta una polea en el extremo de una caja en la parte superior se ata un carrito y en el [sic] se coloca un muñeco, en el extremo inferior se coloca una pesa.

Procedimiento:

Para generar el movimiento bastará con romper el equilibrio y aumentar el peso de la parte inferior, se moverá el carrito y con él el carrito.

Este experimento, al tener colocado en el carrito un muñeco puede potenciar otro. En el experimento anterior se ha señalado de alguna manera la segunda ley de Newton, ya que el peso ejerce una acción en el cuerpo y este reacciona moviéndose, también puede usarse para explicar la 1ra ley de Newton: todo cuerpo tiende a mantenerse en su mismo estado (reposo o movimiento) a menos que ejerza sobre él una fuerza que haga que esto cambie.

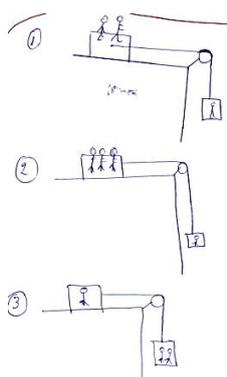
Con seguridad, si el muñequito no está atado al carrito, a medida que avance y cobre velocidad, el muñeco saldrá disparado y tocará con la barrera colocada o saldrá volando, con esto se puede explicar el concepto de inercia.

*en ambos experimentos se tiene en cuenta que se produce una aceleración que hace que aumente la velocidad.

Por otro lado, los FPMF que obtuvieron dos puntos fueron: A1, A7 y A9, Para ejemplificar la asignación del puntaje se presenta la planificación de la investigación propuesta por el FPMF A8, puesto que solo se centra en graficar el diseño, y no explica el cómo lo ejecutaría (véase Figura 24).

Figura 24

Esquema de la planificación de la investigación realizada por el FPMF A8



El esquema no ilustra la planificación de una actividad indagatoria, hace falta describir. Lo mencionado se podría atribuir a una mala conexión y continuidad entre lo que se pretende conseguir (qué se busca en la formulación del problema) y la planificación de la investigación (Di Mauro y Furman, 2012).

Finalmente, una propuesta que no consigue puntaje dado que, lo presenta de forma descontextualizada al ámbito científico y sin indagación es lo planteado por el FPMF A9, (véase Figura 25).

Figura 25

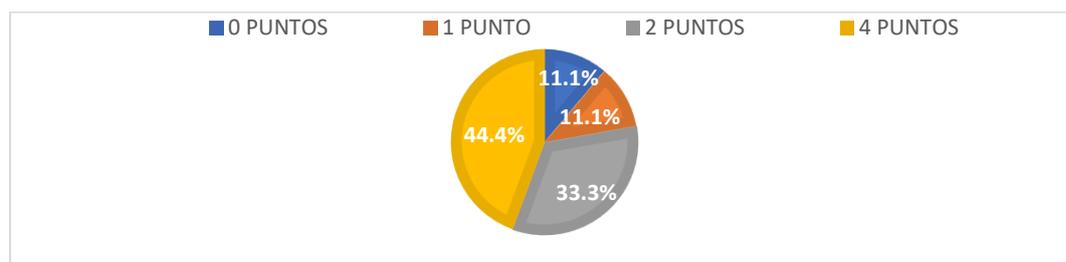
Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A9

- ✓ *Procedimiento:*
- ✓ *el carrito debe ser fabricado con cartón con asientos de seis máximo incluido el chofer.*
 - ✓ *Los hilos deben ser los mismos si por a o b se rompe, este debe ser reemplazado inmediatamente con el mismo material.*
 - ✓ *La profesora debe estar totalmente rodeada de sus alumnos y a la vez explicándoles por si surge alguna duda de sus alumnos.*
 - ✓ *Ver que sus alumnos estén completamente motivados y con ganas de querer experimentar y ser que sucede cuando pongo uno, dos, ... y seis personas a bordo del carrito.*

Por lo tanto, se determina que en la evaluación correspondiente a la categoría de planificación de la investigación: el 44.4% de los FPMF planifican adecuadamente el diseño de investigación, por otro lado, el 33.3% lo hace de manera incompleta y parcial. Finalmente, el 11.1% lo hace fuera de contexto experimental, y el 11.1% no lo presenta. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 26.

Figura 26

Distribución porcentual del puntaje alcanzado en la categoría planificación de la investigación



4.1.2.1.3 Análisis de la categoría identificación de variables. En la categoría de identificación de variables, los FPMF A2, A3, A4 y A6 lo hacen de forma correcta y relacionada a la experimentación que plantearon, por lo que se le asignó cuatro puntos a cada FPMF. Para ejemplificar lo afirmado, se presenta la identificación de variables hecha por el FPMF A4, quien lo realiza de forma correcta y abordable, (véase Tabla 10).

Tabla 10

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“el objeto que cuelga. Ejemplo: el lapicero y el candado”. (FPMF A4)
Variable dependiente	“el espacio que avanza la caja de fósforos”. (FPMF A4)
Variable de control	“la misma caja de fósforos, la caja debe ser soltada del mismo punto inicial, el mismo tamaño de la pila”. (FPMF A4)

Asimismo, el FPMF A1 identifica variables imprecisas, por lo que se le asigna tres puntos. Prueba de ello se presenta la identificación de variables hecha por el FPMF A1, (véase Tabla 11).

Tabla 11

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A1

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“tamaño del carro, masa y peso”. (FPMF A1)
Variable dependiente	“cuál de los objetos jalará a otro”. (FPMF A1)
Variable de control	“el hilo, la polea y la mesa”. (FPMF A1)

Por otro lado, el FPMF A7 no identifica precisamente las variables a pesar de tomarlas en cuenta en la planificación de la investigación. Por lo que se le asignó un punto. A modo de ejemplificación se presenta las variables identificadas por el FPMF A7, (véase Tabla 12).

Tabla 12

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A7

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	No las identifica
Variable dependiente	“peso de los cuerpos”. (FPMF A7)
Variable de control	“igual cuerdas y superficie”. (FPMF A7)

En contraste, los FPMF A5, A8 y A9 no lo presentan por lo que se les asignó cero puntos. Prueba de ello son las variables identificadas por el FPMF A9, (véase Tabla 13).

Tabla 13

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9

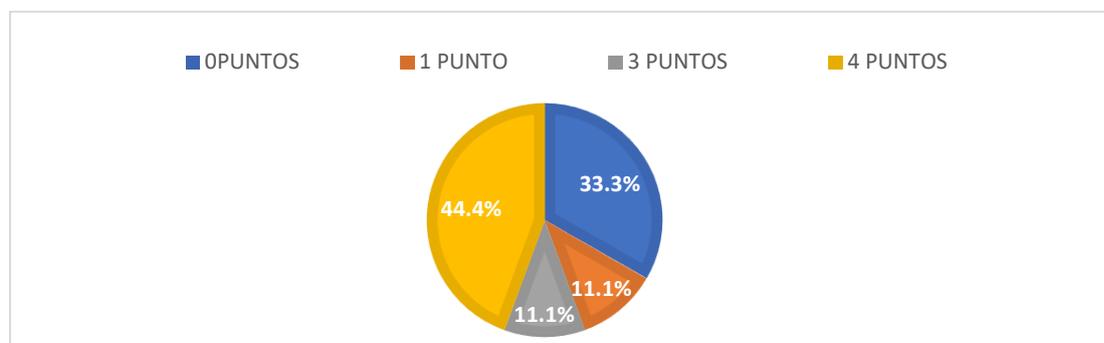
Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“el carrito fabricado debe ser de cartón con 6 asientos”. (FPMF A9)
Variable dependiente	“los materiales a utilizar”. (FPMF A9)
Variable de control	“carrito, hilo”. (FPMF A9)

Las variables dependientes e independientes identificadas salen de contexto del campo de la indagación, no guarda relación y sentido con la propuesta.

Por lo tanto, se establece que: el 44.4% lo identifica correctamente, el 11.1% lo identifica, pero de forma incompleta, el 11.1% no los identifica de forma adecuada todas las variables y el 33.3% no las toma en cuenta o no las presenta. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 27.

Figura 27

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables

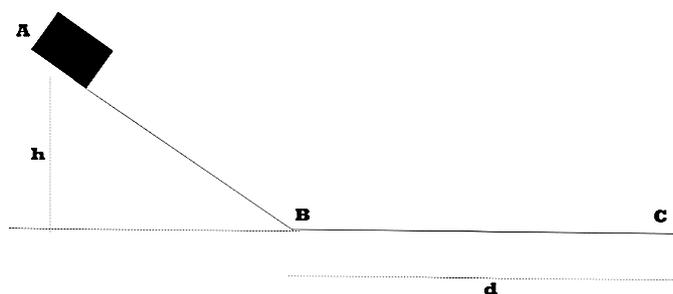


4.1.3 Análisis del tercer planteamiento de la actividad experimental

4.1.3.1 Descripción de la actividad. Se les pidió a los FPMF proponer una actividad experimental con indagación. En ella se debe involucrar los contenidos relacionados a la determinación del coeficiente de rozamiento dinámico (μ_k). Por ello, se debe partir de la Figura 28.

Figura 28

Diagrama a partir para hacer la tercera propuesta de actividad experimental



Nota: Adaptado y tomado de examen 01 de la Asignatura de Física II y su didáctica.

4.1.3.1.1 Análisis de la categoría formulación del problema investigable. Para el análisis correspondiente a la categoría de formulación del problema investigable, se obtuvo que: los FPMF A3, A4, A7 y A8 formularon la pregunta investigable de forma correcta. Prueba de ello es la formulación realizada por el FPMF A3 quien, en la formulación de la pregunta investigable, lo propone como “¿existirá alguna relación entre la altura desde donde se desliza un objeto por una rampa y la distancia que recorre en el plano horizontal?”. Mencionada formulación se presta a las características de la experimentación y se toman en cuenta las variables a observar.

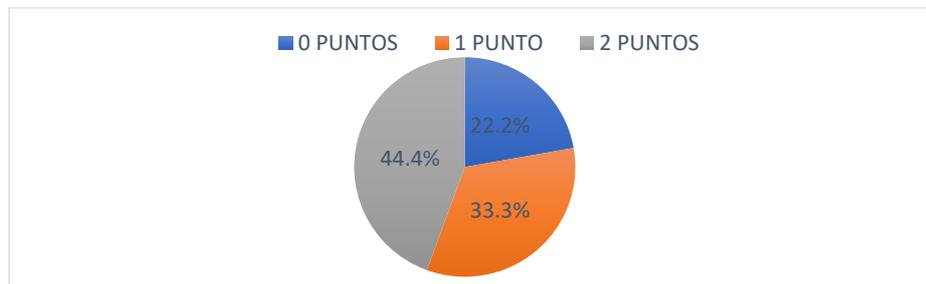
Por otro lado, los FPMF A1, A2 y A9 obtuvieron un punto ya que la formulación de sus respectivas preguntas son genéricas, claro ejemplo es la formulación hecha por el FPMF A1, quien lo formula como: “¿Influirá la altura de donde es soltado un bloque de madera en su distancia recorrida?”. A dicha formulación le hace falta mayor precisión en la premisa, ya que no considera lo central en la actividad experimental que es el partir de un plano inclinado.

En contraposición, se presenta la formulación hecha por la FPMF A6 quien propone su pregunta investigable como: “¿influirá el ángulo formado entre la rampa y la horizontal en el valor del coeficiente dinámico (μ_k)?”. Dicha formulación lo plantea de forma inabordable pues no se presta a la experimentación ya que el coeficiente dinámico depende de la superficie de contacto y no del ángulo por donde resbale, por lo que no alcanzó puntaje en la valoración de la rúbrica NPTAI.

Por lo expuesto, en el análisis correspondiente (véase Figura 29) a la presente categoría se encontró que: el 44.4% formuló la pregunta de forma correcta, adecuada y concisa, por otro lado, el 33.3% formuló su pregunta de forma errónea y/o ambigua, y finalmente el 22.2% formuló su pregunta de forma inabordable e inadecuada o no lo formularon.

Figura 29

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de problemas investigables



4.1.3.1.2 Análisis de la categoría planificación de la investigación. De los nueve FPMF se obtuvo que: los FPMF A3, A4 y A8 lograron el mayor puntaje pues lo realizan correctamente, un ejemplo es el diseño experimental propuesto por el FPMF A4, (véase Figura 30).

Figura 30

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A4

1. Colocar el sistema (plano inclinado).
2. Soldar el bloque y proceder a medir la distancia recorrida en el plano horizontal. Ir anotando los datos que se van recogiendo, al menos se deben lanzar tres veces para reducir errores.
3. Se procede a colocar otro soporte de madera, pero, con distinta altura (30cm) y se realiza lo mismo que en el paso 2.
4. Se prueba con bloques de 20 cm y 10 cm y se realiza lo mismo del paso 2.
5. Se comparan los datos obtenidos.

Altura	distancia	Altura	distancia	Altura	distancia	Altura	distancia
40 cm	_____	30cm	_____	20cm	_____	10cm	_____
	_____		_____		_____		_____
	_____		_____		_____		_____
	x		x		x		x

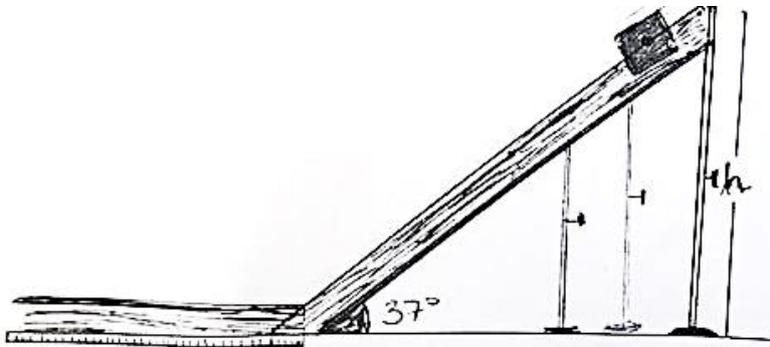
6. Se busca la relación que existe entre los datos.

Por otro lado, los FPMF A1, A2, y A9 obtuvieron tres puntos pues en la planificación de la investigación lo proponen de forma correcta, pero, con una descripción incompleta. A modo de ejemplo se presenta el diseño experimental del FPMF A2, (véase Figura 31).

Figura 31*Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2*

- *Primero se procede a armar el soporte y apoyarlo en una mesa*
- *Después, se coloca, a una altura (medida) e inclinada, formando un ángulo de 37° con la horizontal, la tabla más grande.*
- *Inmediatamente, se anexa a ella la tabla más pequeña y a ella se añade centímetro que facilite hacer las medidas correspondientes.*
- *Para realizar las pruebas es necesario marcar con un punto en el centro del bloque antes de ser lanzado y, medir la distancia recorrida. A continuación, se irá moviendo y arreglando el soporte de madera que se varíe la altura, sin variar el ángulo de 37° . Tras esto se anotarán las distancias obtenidas.*

Para ilustrar el procedimiento a seguir en la planificación de la investigación, el FPMF A2, elabora un esquema orienta el modelo a seguir en la experimentación (véase Figura 32).

Figura 32*Esquema en la planificación de la investigación del FPMF A2*

El FPMF A2, en la propuesta de su diseño experimental, lo plantea de forma correcta, sin embargo, hace falta mayor precisión en el procedimiento de cómo se van a trabajar con las variables y obtención de datos para obtener resultados con mayor exactitud.

En contraste, los FPMF A6 y A7 lograron dos puntos pues su planificación es incompleta y no ofrece una comprobación clara de cómo obtener resultados, prueba de ello es la propuesta hecha por el FPMF A6, quien lo propone de la siguiente manera, (véase Figura 33).

Figura 33*Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A6*

1. Armar nuestra rampa con los materiales antes mencionados.
2. Una vez armado se pasará a tomar las muestras sobre el tiempo que tarda el bloque en tocar el suelo.
3. Hacer los cálculos respectivos en el cuaderno hasta hallar el valor de μ_k .
4. Con el transportador reducir el valor del ángulo a 50° , si el ángulo es menor la distancia recorrida es la misma.
5. Al igual que en el segundo paso con la ayuda de cronómetro hay que tomar el tiempo en que tarda al suelo.
6. Hacer los cálculos respectivos para hallar el μ_k con ángulo de 50° .
7. Después de realizar los cálculos respectivos pasamos a comparar dichos resultados llegando a la conclusión de que: el ángulo sí influye en el valor de μ_k , ya que se el ángulo es mayor el valor de μ_k aumenta u si el ángulo disminuye el μ_k también baja.

NOTA: al alumno no se le da la medida de la tabla ni el peso del bloque el (*sic*) tiene que encontrarlas con la ayuda de la wincha y de la balanza. Al igual que el valor de los ángulos el determinará, la medida con el transportador.

En la Figura 33 se muestra la planificación de la investigación realizada por el FPMF A6, donde lo presenta correctamente, pero incompleta, hace falta mayor precisión en las consignas a realizar, además de no explicar el modo de cómo determinará el μ_k en el proceso de su propuesta.

Del mismo modo, ocurre con la propuesta del FPMF A5 quien, a pesar de presentarlo de forma correcta, los procedimientos secuenciados y la forma de obtener los datos; el diseño no se presta para responder la pregunta investigable "si uso los siguientes ángulos de inclinación 30, 37, 45 y 53 grados ¿en cuál de estos la altura desde que es soltado un bloque de madera será igual al desplazamiento por la superficie horizontal? Tomando en cuenta que dicha altura será en total los casos 1 metro.", ya que el diseño no responde la pregunta formulada, invalida el proceso. Por lo que se le asignó un punto. Para, demostrar lo afirmado se muestra la Figura 34.

Figura 34

Planificación de la investigación del FPMF A5.

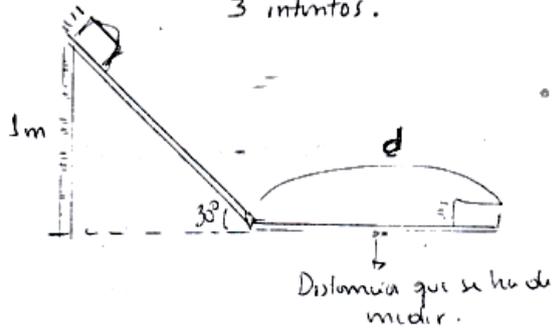
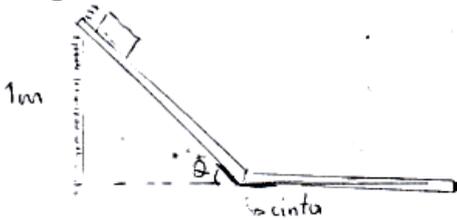
1° Presentar los materiales que se usarán en la clase

2° Inducir a que los alumnos formulen la pregunta investigable, que no salga de lo ya previsto.

3° Identificar variables.

4° Ahora preparar el material para el experimento. Asegurar un punto fijo al piso con cinta, y con la misma cinta al otro, con el que se formará el ángulo de inclinación.

5° Realizan lo que se pide en la pregunta investigable, tomándolo en cuenta el mismo orden en que se presentaran los ángulos por lo menos realizan en cada caso 3 intentos.



6° Ordenar los datos en el siguiente cuadro.

7° Sacar las conclusiones que respondan a la pregunta. La principal de ellas es que es con el ángulo de 53° de la altura (h) y la distancia son iguales, en este caso y con materiales usados.

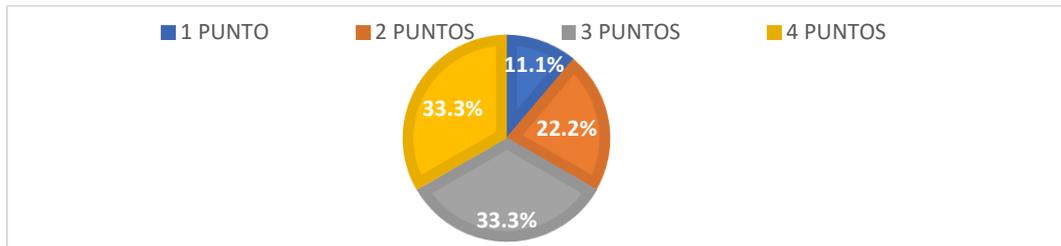
Ángulos	30°	45°	37°	53°
Intentos				
1°				
2°				
3°				
Promedio				

8° Hacer la demostración matemática de los resultados, lo será lo del ejercicio #1.

Por lo tanto: el 33.3% de los FPMF realizaron un adecuado y correcto diseño de experimentación, el 33.3% planteó el diseño de forma adecuada, pero, con incompleta descripción. Por otro lado, el 22.2% alcanzó la valoración de dos puntos por presentar la comprobación parcial del diseño y el 11.1% en el planteamiento de su diseño experimental no permite comprobación. A modo de ilustración se presenta la Figura 35 que muestra el porcentaje alcanzado por los FPMF en la citada categoría.

Figura 35

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación



La Figura 35 muestra que el mayor porcentaje de los FPMF (66.6%) alcanzaron los puntajes mayores, pues obtuvieron entre tres y cuatro puntos la planificación de la investigación.

4.1.3.1.3 Análisis de la categoría identificación de variables. Siguiendo la secuencia que se realizó en el análisis de la categoría identificación de variables en las propuestas de actividades experimentales anteriores, se va a tener en cuenta que los FPMF tomen en consideración el manejo de variables dependiente, independiente y de control, las cuales serán evaluadas según la rúbrica NPTAI.

En esa línea, de los cinco indicadores que evalúa la Categoría de identificación de variables de la rúbrica NPTAI que oscilan de cero a cuatro puntos, se obtuvo que: los FPMF A1, A2, A3, A4 A5, A8 y A9 identifican correctamente las variables por lo que alcanzaron el mayor puntaje. A modo de ejemplificación se muestra la identificación de variables del FPMF A5, quien las identifica correctamente, además, de ser más precisas y adaptables para realizar en un proceso de experimentación con indagación, (véase Tabla 14).

Tabla 14

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5

Variabes	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“ángulo de inclinación”. (FPMF A5)
Variable dependiente	“distancia recorrida por el móvil en el plano horizontal”. (FPMF A5)
Variable de control	“altura, tablonos del mismo material, bloque”. (FPMF A5)

Por otra parte, los FPMF A6 y A7 lograron tres puntos, un ejemplo representativo es el FPMF A6 quien a pesar de haberlas identificado correctamente, no guardan relación con la pregunta investigable formulada “¿influirá el ángulo formado entre la rampa y la horizontal en el valor del coeficiente dinámico (μK)?”, (véase Tabla 15).

Tabla 15*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A6*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“ángulo de inclinación”. (FPMF A6)
Variable dependiente	“distancia recorrida por el móvil en el plano horizontal”. (FPMF A6)
Variable de control	“altura, tablonces del mismo material, bloque”. (FPMF A6)

Al ser una propuesta experimental con uso de material casero, se hace complejo la forma de obtener datos precisos en la investigación, ya que se tornaría desafiante el cómo determinar el coeficiente dinámico de la manera planteada, ya que se harán observaciones sobre él, por lo que no toma en cuenta el contexto de la pregunta realizada en la propuesta de la actividad. En este caso, las variables fueron identificadas correctamente, pero, son imprecisas de determinar cuándo se sometan experimentación. Además, comete un error al considerar como variable independiente el tiempo, el cual no guarda relación con la pregunta formulada, por lo que se le asignó tres puntos.

Por lo expuesto, el 77.8% de los FPMF identifican correctamente las variables a utilizar en la investigación. Por otro lado, el 22% los identifica, pero, de manera incompleta o imprecisa logrado tres puntos, a modo de ilustración se presenta a la Figura 36 que muestra el porcentaje alcanzado por los FPMF en la categoría mencionada.

Figura 36*Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables*

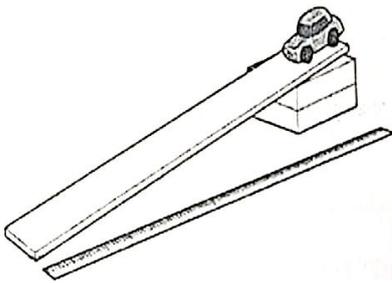
La Figura 36 refleja que la mayoría de los FPMF identificaron correctamente sus variables en la propuesta de actividad experimental.

4.1.4 Análisis del cuarto planteamiento de la actividad experimental

4.1.4.1 Descripción de la actividad. Se le pidió a los FPMF proponer una actividad experimental donde se considere las categorías de formulación del problema investigable, planificación de la investigación e identificación de variables, mencionada actividad tiene que estar enfocada en el marco de la indagación cuyo tema central es la fuerza de rozamiento o fricción. Para ello, se debe partir de la siguiente Figura 37.

Figura 37

Deslizamiento de un móvil por una rampa



Nota: Tomado de Examen 01 propuesta de diseño experimental con indagación de la asignatura de Física II y su didáctica. Figura extraída de http://www.sciwebhop.net/sci_web7science/ks3/worksheets/Word/default.asp?topic=9K

4.1.4.1.1 Análisis de la categoría formulación del problema investigable. En el análisis correspondiente a la categoría de formulación del problema investigable de la cuarta propuesta de actividad experimental se determinó que: los FPMF A1, A2, A3, A4, A6 y A8 obtuvieron el mayor puntaje pues lo formulan de forma correcta y adecuada, un ejemplo es la formulación correspondiente al FPMF A1: “el tiempo que tarde el carrito en descender...¿estará influenciado por el tipo de material de la rampa?. Dicha formulación se plantea de manera correcta y precisa, además, especifica las variables a utilizar en la experimentación.

Por otro lado, el FPMF A7 quien obtuvo un punto porque formuló su pregunta como: ¿influirá el coeficiente de rozamiento del plano inclinado en el tiempo de bajada del carrito?, dicha propuesta hace falta precisar ya que para el diseño de experimentación se tendría que determinar en primer lugar el coeficiente de rozamiento, ya sea de forma experimental o mediante tablas.

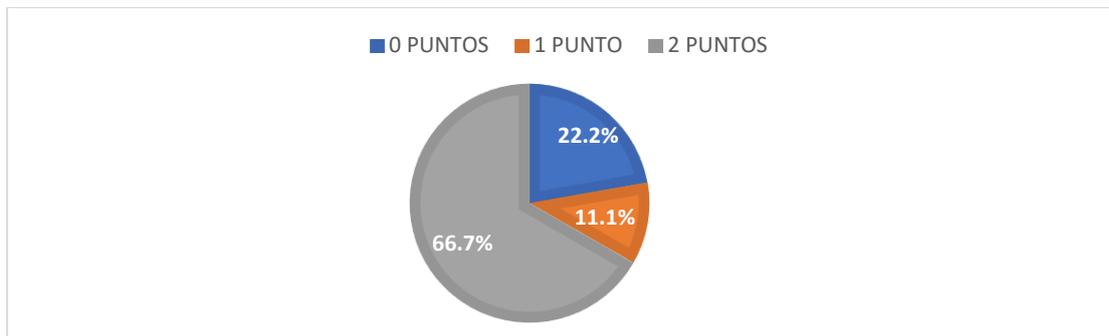
Caso contrario ocurre con los FPMF A5 y A9, quienes no lo logran puntaje, como ejemplo se presenta la formulación del FPMF A9: ¿influirá el ángulo de donde es lanzado el carrito para su recorrido?, mencionada propuesta no persigue las consignas brindadas por la docente de la asignatura de Física II y su didáctica, las cuales eran proponer una actividad experimental con rigor

científico. Además, valiéndose de la literatura científica, el coeficiente de rozamiento, no depende del ángulo por donde resbale el móvil, sino de la superficie de contacto.

Por lo tanto, el 66.7% formuló la pregunta de forma concreta, adecuada y concisa, por otro lado, el 11.1% formuló su pregunta de forma errónea y/o ambigua, y finalmente el 22.2% formuló su pregunta de forma inabordable e inadecuada. A modo de ilustración se presenta la Figura 38 que muestra el porcentaje alcanzado por los FPMF.

Figura 38

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de problemas investigables



En la Figura 38 se muestra que la mayoría de los FPMF logra identificar de manera adecuada la formulación del problema investigable.

4.1.4.1.2 Análisis de la categoría planificación de la investigación. En el análisis de los nueve FPMF se estableció que de los cinco indicadores que evalúa la categoría de planificación de la investigación que oscilan entre cero y cuatro puntos: los FPMF A2, A3, A4, A6 y A8 lograron el mayor puntaje pues lo proponen de forma correcta, prueba de ello es la planificación hecha por el FPMF A6, (véase Figura 39).

Figura 39

Planificación de la investigación del FPMF A6

Materiales.
 Tabla lisa.
 Carrito
 Regla.
 Apoyo para la pampa (fibres)
 Lija
 Carton corrugado
 Cronómetro.
 Transportador

- 1) Formar nuestra Rampa:

- 2) Medir la tabla.
- 3) Medir el tiempo que el carrito tarda en llegar al piso con superficie lisa.
- 4) Haber a cambiar la superficie de tabla colocando sobre ella la lija y luego el papel corrugado.

- 5) tomar medidas.
 • Con lija tardo 2 min.
 • Con carton corrugado el carrito no se movio, el coeficiente de fricción está no ha sido superado.
- 6) Si influye la superficie en el tiempo en que el carrito toca al suelo.

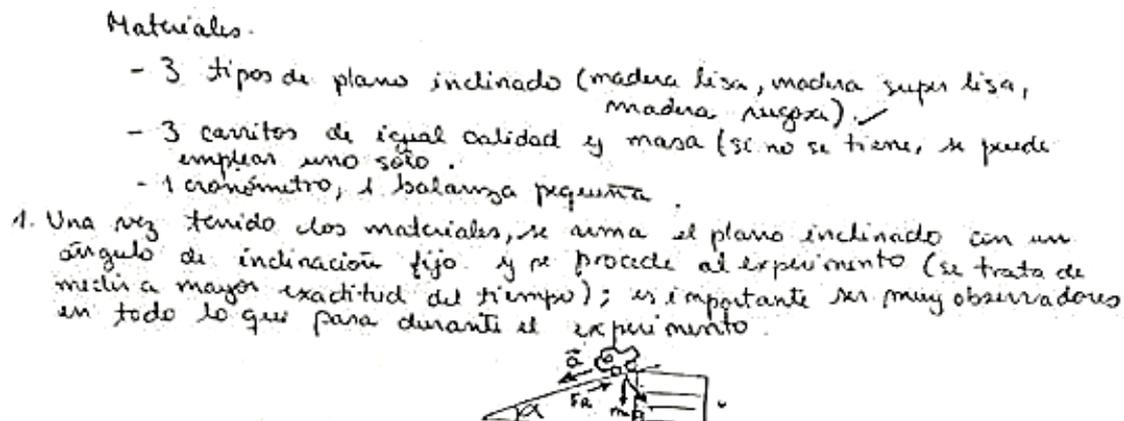
Nota: Tomado de examen 01 de la asignatura de Física II y su didáctica.

En la figura 39 se muestra el diseño del FPMF A6, quien plantea su diseño experimental con secuencia lógica. Asimismo, es específico e ilustrativo ya que aclara los procedimientos a realizar en la experimentación y se relaciona con la pregunta de investigación planteada.

Por otro lado, los FPMF A1, A5 y A7, lograron tres puntos, como ejemplo se presenta la propuesta hecha por el FPMF A7 (véase Figura 40), quien plantea su diseño de forma correcta pues detalla el uso de sus variables, sin embargo, propone una descripción incompleta, pues no responde a su formulación de la pregunta investigable (“¿influirá el coeficiente de rozamiento del plano inclinado en el tiempo de bajada del carrito?”); asimismo, no indica desde dónde se contará el tiempo y donde se detendrá.

Figura 40

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A7



Finalmente, el FPMF A9, no logra conseguir puntaje en esta categoría pues su diseño no propone una planificación experimental con enfoque de indagación. Para ilustrar se presenta la transcripción de su diseño, (véase Figura 41).

Figura 41

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A9

Materiales

- Carrito
- Tabla de madera diseñada
- Un bloque de madera como base
- Transportador para medir el ángulo

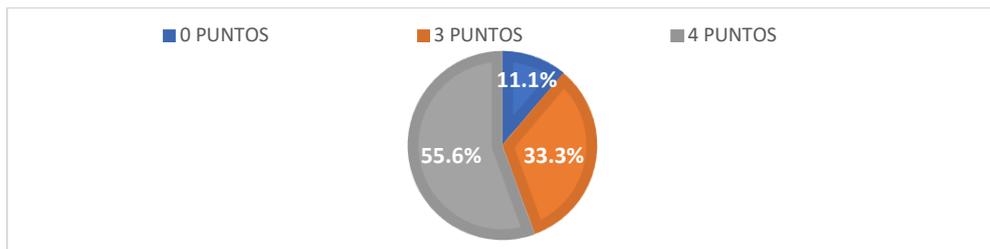
Procedimiento

- Con los alumnos diseñarlo y ellos mismos que observen y manipulen con tal sentido que generen aprendizaje

Por lo tanto, el 55.6% de los FPMF realizaron un adecuado y correcto diseño de experimentación, alcanzando la valoración de cuatro puntos; el 33.3% planteó el diseño de forma adecuada, pero, con incompleta descripción, alcanzando la valoración de tres puntos, por otro lado, el 11.1% en el planteamiento de su diseño no lo presenta, por lo que no obtiene puntaje. A modo de ilustración se presenta la Figura 42 que muestra el porcentaje alcanzado por los FPMF.

Figura 42

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación



4.1.4.1.3 Análisis de la categoría identificación de variables. Para el análisis correspondiente a la identificación de variables se determinó que: los FPMF A1, A2, A3, A4, A6 y A7 identifican las mismas variables en el planteamiento de sus diseños, en definitiva, concuerdan con modificar el tipo de material con el que está elaborado la rampa (variable independiente) y observar el tiempo en que tarda deslizarse (variable dependiente). En ese sentido, lo realizan correctamente por lo que obtienen el mayor puntaje en la presente categoría, a modo de ejemplificación se presenta la identificación de variables hecha por el FPMF A2, (véase Tabla 16).

Tabla 16

Transcripción de la identificación de variables del FPMF A2

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“la superficie de la tabla; madera, lija, papel y cartón”. (FPMF A2)
Variable dependiente	“el tiempo que tarda en llegar el carrito desde a hasta b”. (FPMF A2)
Variable de control	“masa del carro, mismo ángulo de elevación, misma distancia desde A hasta B”. (FPMF A2)

Por otro lado, el FPMF A5; obtiene tres puntos, ya que no explica el cómo determinará el módulo de la fuerza de rozamiento en su planteamiento experimental, por lo que es imprecisa, para ejemplificar se presenta su identificación de variables, (véase Tabla 17).

Tabla 17*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“ángulo de inclinación de la superficie por la cual deslizará el carrito”. (FPMF A5)
Variable dependiente	“valor o módulo de la fuerza de rozamiento”. (FPMF A5)
Variable de control	“superficie usada, carrito”. (FPMF A5)

En esa línea, el FPMF A8, obtiene un punto, ya que en la identificación de variables confunde la variable independiente y la variable de control, para ejemplificar lo mencionado se muestra a continuación su identificación de variables, (véase Tabla 18).

Tabla 18*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A8*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“longitud de la tabla, el mismo coche, etc.”. (FPMF A8)
Variable dependiente	“velocidad”. (FPMF A8)
Variable de control	“cinta métrica, el ángulo de inclinación, la altura”. (FPMF A8)

Finalmente, el FPMF A9, no identifica de manera correcta las variables por lo que no obtiene puntaje, (véase Tabla 19).

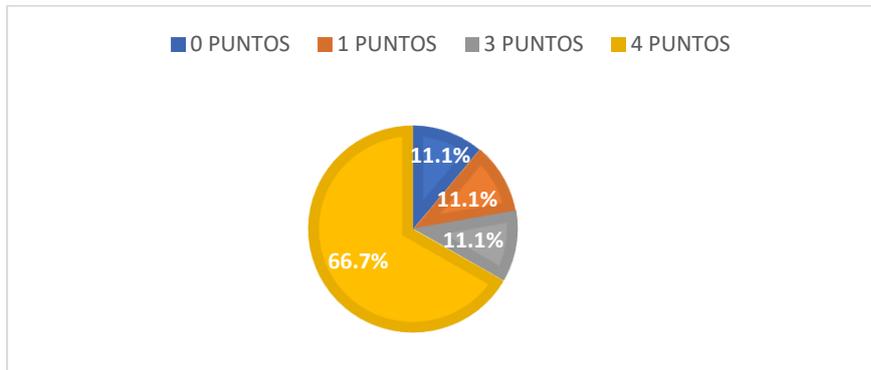
Tabla 19*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A9*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“el ángulo de donde es lanzado”. (FPMF A9)
Variable dependiente	“el diseño del experimento”. (FPMF A9)
Variable de control	“el suelo donde se experimenta”. (FPMF A9)

Por lo tanto, de los cinco indicadores que evalúa la categoría de identificación de variables de la rúbrica NPTAI que oscilan de cero a cuatro puntos, se establece que, (véase Figura 43): el 66.7% de los FPMF identifican correctamente las variables a utilizar en la investigación, por otro lado, el 11.1% los identifica, pero, de manera imprecisa; asimismo, el 11.1% las confunde, y, finalmente, el 11.1% no los identifica.

Figura 43

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables

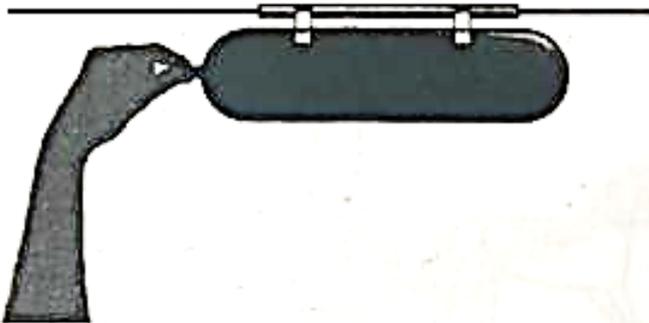


4.1.5 Análisis del quinto planteamiento de la actividad experimental

4.1.5.1 Descripción de la actividad. Se les pidió a los FPMF, proponer una actividad experimental bajo el enfoque por indagación referente a la formulación de la pregunta investigable, diseño experimental e identificación de variables donde se involucre los contenidos relacionados a la enseñanza de las leyes de Newton, para ello deben considerar partir de la Figura 44.

Figura 44

Material casero para explicar las leyes de Newton



Nota: Recuperado de examen 01 de la asignatura Física II y su didáctica. Figura extraída de http://www.bbc.co.uk/bitesize/standard/physics/space_physics/space_travel/revision/2/

4.1.5.1.1 Análisis de la categoría formulación del problema investigable. Para el análisis correspondiente a esta categoría, de los nueve FPMF, se obtuvo que: los FPMF A1, A2, A3, A4, A5, A8 y A9 formulan correctamente su problema puesto que se toman en cuenta las variables a investigar, asimismo, son abordables y concretas al proceso de experimentación. A modo de ejemplo, se

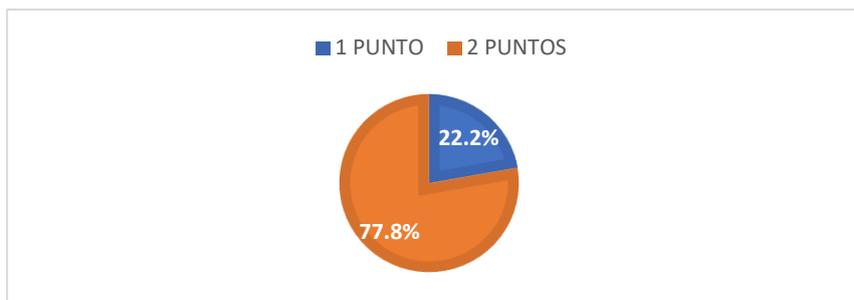
presenta la formulación hecha por el FPMF A2 “¿influirá el volumen del globo en la distancia que logra recorrer el globo antes de detenerse?”

No obstante, el FPMF A7, aunque lo formula de manera correcta le falta precisión en su pregunta pues lo plantea como: “¿influirá la masa de aire contenido en el globo en el espacio recorrido de éste?”, citada formulación no se encuentra adaptada al proceso de experimentación puesto que resulta un reto el determinar la (masa de aire en el globo), por lo que obtiene un punto.

Por consiguiente, de los tres indicadores que evalúa la categoría de identificación de problemas investigables de la rúbrica NPTAI que oscilan de cero a dos, (véase Figura 45): el 77.8% formuló la pregunta de forma concreta, adecuada y concisa, por otro lado, el 22.2% formuló su pregunta de forma errónea y/o ambigua.

Figura 45

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de formulación de preguntas investigables

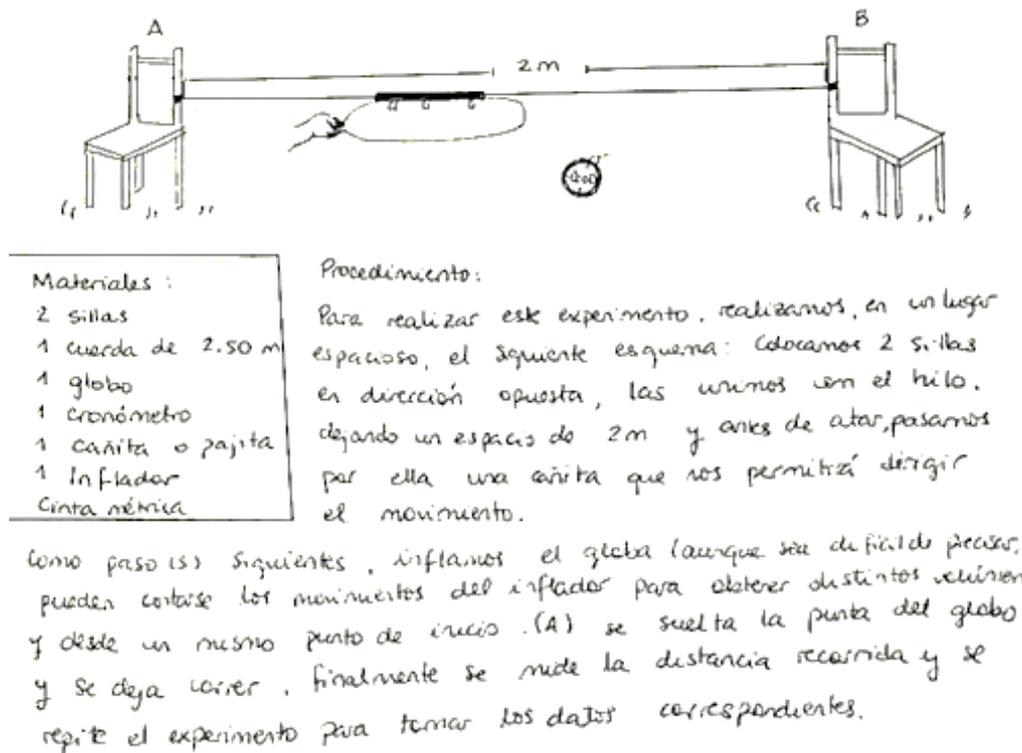


En la Figura 45 se muestra que más del 50% de los FPMF respondieron correcta y adecuadamente a la planificación de la investigación.

4.1.5.1.2 Análisis de la categoría planificación de la investigación. De los cinco indicadores que evalúa la categoría de la planificación de la investigación de la rúbrica NPTAI que oscilan entre cero a cuatro puntos, se obtuvo que: los FPMF A2, A3, A4, A5, y A8 lograron el mayor puntaje dado que, sus planificaciones son adecuadas y correctas, para ejemplo se presenta la Figura 46 que muestra la propuesta hecha por el FPMF A2, la cual está correcta, detallada y específica porque responde a su pregunta investigable, además, considera las variables a investigar.

Figura 46

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A2



Nota: Tomado de examen 01 de la asignatura de Física II y su didáctica.

Por otro lado, los FPMF A1, A6, A7 y A9 lograron obtener tres puntos cada uno, ya que proponen su diseño experimental correctamente, pero, con incompleta información, a modo de ilustración se presenta la planificación hecha por el FPMF A6, (véase Figura 47).

Figura 47

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A6

Materiales:

- Sorbetes
- Pegamento (cinta)
- Globos
- hilo de pescar
- Inflador
- Clavos

Se pasaría a copiar o elaborar el esquema poniendo el hilo de pescar (sus dos extremos) en la pared.

Se colocarán 2 hilos en la pared una con globo y otro con 2

Se puede ver en ambos casos que el estado del globo cambia ya que hay una fuerza externa que lo mueve.

Además, que la cuerda con un globo recorre menos y va más lento que la segunda y recorre más

Para la elaboración de la propuesta, el FPMF A6 propone un esquema que va a servir para realizar la experimentación. (véase figura 48)

Figura 48

Planificación de la investigación propuesta por el FPMF A6

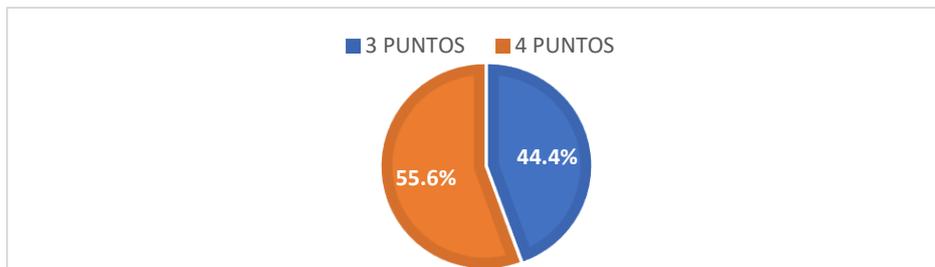


Nota: Tomado de examen 1 de la asignatura de Física II y su didáctica.

Por consiguiente, el 55.6% de los FPMF realizaron un adecuado diseño de experimentación con completa descripción, alcanzando la valoración de cuatro puntos Y el 44.4% planteó el diseño de forma incompleta alcanzando la valoración de tres puntos. A modo de ilustración se presenta la Figura 49 que muestra el porcentaje alcanzado por los FPMF.

Figura 49

Distribución porcentual de puntaje en la categoría de planificación de la investigación



En la Figura 49, se puede evidenciar que la mayoría de los FPMF logran diseñar correctamente la planificación de su investigación.

4.1.5.1.3 Análisis de la categoría identificación de variables. Para la evaluación de esta categoría, los FPMF A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8 y A9 coinciden con la identificación de las variables tomadas para el planteamiento en la experimentación, las cuales son correctas para los diseños propuestos. Ejemplo de ello son las variables identificadas por el FPMF A4, quien lo realiza correctamente, (véase Tabla 20).

Tabla 20*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A4*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“la cantidad de aire con que ese llena el globo”. (FPMF A4)
Variable dependiente	“el espacio recorrido por la cañita”. (FPMF A4)
Variable de control	“el mismo globo, la misma cañita, la misma cuerda, se debe soltar del mismo punto de partida”. (FPMF A4)

Por otro lado, el FPMF A5. Quien obtuvo tres puntos, identifica las variables correctamente, sin embargo, considera una variable dependiente más, el cual no lo utiliza en la propuesta de la planificación de la investigación, (véase Tabla 21).

Tabla 21*Transcripción de la identificación de variables del FPMF A5*

Variables	Formulaciones del FPMF
Variable independiente	“distancia de deslizamiento, también podría (no necesariamente) el tiempo”. (FPMF A5)
Variable dependiente	“el espacio recorrido por la cañita”. (FPMF A5)
Variable de control	“tamaño o volumen del globo inflado, cañita, longitud de la cuerda”. (FPMF A5)

Por consiguiente, de los cinco indicadores que evalúa la Categoría de identificación de variables de la rúbrica NPTAI que oscilan de cero a cuatro puntos, establece que: el 88.9% de los FPMF identifican correctamente las variables a utilizar en la investigación. Por otro lado, el 11.1% los identifica, pero, de manera incompleta o imprecisa, (véase Figura 50).

Figura 50*Distribución porcentual de puntaje en la categoría de identificación de variables*

4.2 Interpretación de las categorías analizadas

A continuación, se hace una síntesis de las categorías evaluadas para una mejor determinación del nivel de logro de la competencia Indaga basadas en la evaluación de la rúbrica

NPTAI que tiene por finalidad valorar capacidades particulares en función a la comprensión de los procedimientos de hacer indagación durante una propuesta experimental (Ferrés et al.,2015).

De los cinco trabajos desarrollados por los FPMF se tomaron en cuenta tres categorías, en ese sentido, se procede a realizar el análisis conjunto por cada categoría.

4.2.1 Síntesis de la categoría: formulación de preguntas investigables

Autores como Caamaño (2012) afirma que la formulación de preguntas investigables constituye el primer paso para hacer indagación, para que, de ese modo, se pueda dar respuesta a diversas situaciones cotidianas de forma científica. A partir del análisis de las cinco propuestas de actividades experimentales desarrolladas, se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a la formulación de la pregunta investigable, (véase Figura 51)

Figura 51

Puntuación porcentual alcanzada en la categoría de formulación de pregunta investigable correspondiente a las cinco propuestas de actividades experimentales



De la Figura 51, se interpreta que más del 50% de los FPMF alcanzaron el puntaje máximo, sobre todo en las propuestas de actividades experimentales número uno, cuatro y cinco. En ese sentido, se debe considerar que para una buena formulación de preguntas investigables es necesario la comprensión conceptual de las situaciones a experimentar, y la delimitación de términos clave que conduzca a los FPMF a la búsqueda de información relacionada con el campo temático de la experimentación, no obstante, también hay FPMF que no formulan correctamente la pregunta investigable o las formulan de manera genérica o ambigua; en ese aspecto la literatura ofrece que las limitaciones en el planteamiento de las preguntas se debe a que los FPMF no familiarizan lo que se pretende hacer con los procedimientos de la ciencia, como el manejo de variables en la investigación y el mal entendimiento conceptual del tema y el fenómeno en específico a tratar (Ferrés y Marbá, 2017).

Por otro lado, las limitaciones encontradas en la propuesta de actividad experimental N° 2, dado que, solo el 33.3% de los FPMF alcanzó el mayor puntaje en la categoría de formulación de la pregunta investigable; podría atribuirse a que no se estable una conexión entre lo que se plantea

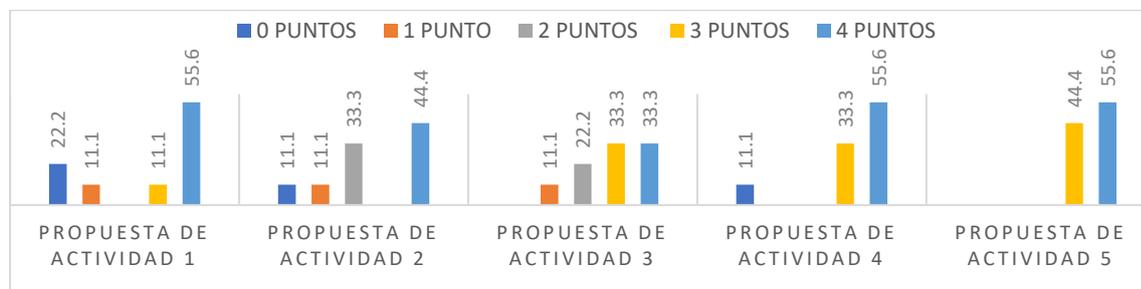
como problema, y la descripción científica de un hecho o fenómeno que conlleve a los FPMF indagar sobre lo que observan, puesto que no se posee el conocimiento necesario sobre los modelos teóricos que ha formulado la ciencia con el paso de los años y los procedimientos propios de hacer ciencia. Es decir, para formular preguntas investigables adecuadas, es necesario contar con el dominio conceptual de la ciencia (leyes, generalidades y teorías sobre el mundo natural y artificial) y contar con habilidades que permitan construir los procedimientos científicos (metodología y proceso de la ciencia) que sirvan como punto de partida para el desarrollo de la competencia científica (Sanmartí y Márquez, 2012).

4.2.2 Síntesis de la categoría: planificación de la investigación

Los procedimientos para realizar investigaciones científicas en el aula de ciencias implican proponer actividades a ejecutar de forma secuenciada y lógica, ligada al proceso científico, de tal forma, que el FPMF pueda comprender y responder sus cuestionamientos de manera articulada sobre los fenómenos a investigar (Yaranga, 2015). Por lo tanto, se muestra la Figura 52 que sintetiza los resultados alcanzados en la categoría de la planificación de la investigación correspondiente a las cinco propuestas de actividades experimentales.

Figura 52

Puntajes porcentuales alcanzados en la categoría de formulación de planificación de la investigación correspondiente a las cinco propuestas de actividades experimentales



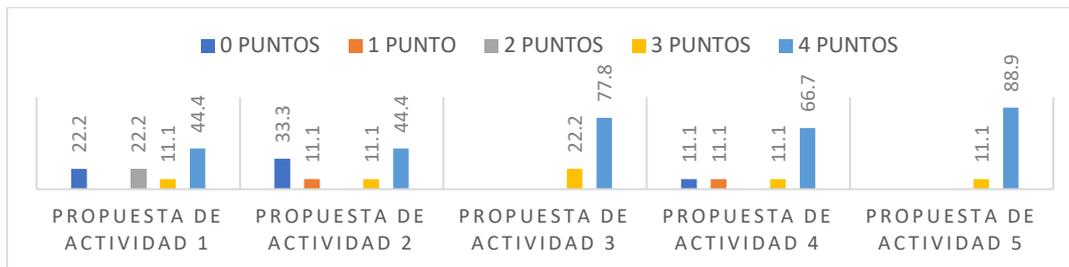
En la Figura 52 se muestra que la mayoría de los FPMF proponen de manera ordenada y organizada los procedimientos a realizar en la propuesta experimental, no obstante, existe un grupo minoritario de FPMF que no se rige a un diseño metodológico de la actividad experimental, lo mencionado podría relacionarse con la falta de control en la identificación de variables para utilizarlas correctamente y la desconexión entre el problema a resolver y la secuencia de pasos para solucionarlas (Rodríguez, 2011). En consecuencia, una correcta planificación de la investigación es aquella que responde a la finalidad de la pregunta investigable, se rige a las características de una experimentación, es decir, que pueda ser observable, controlable, comprobable y abordable (Trinchet- Valera et al., 2008).

4.2.3 Síntesis de la categoría: Identificación de variables

En la propuesta de actividad experimental, definir las variables es un proceso importante ya que son los factores que pueden ser modificables durante el transcurso de hacer indagación (Carrasco, 2006). Por tal sentido, con relación a la identificación de variables se presenta la Figura 53 que sintetiza la categoría mencionada en las cinco propuestas de actividades experimentales.

Figura 53

Puntajes alcanzados en la categoría de identificación de variables correspondiente a las 5 propuestas de actividades experimentales



En la Figura 53, se interpreta que la gran porcentaje de los FPMF alcanzaron el puntaje máximo en esta categoría, ello se relaciona a un adecuado uso del manejo de variables en relación a la pregunta investigable planteada (relación causal), sin embargo, existen FPMF que no identifican correctamente las variables involucradas en la propuesta experimental, lo mencionado se evidencia porque podría existir la incapacidad de controlar las variables a experimentar, en consecuencia, existe una confusión en la terminología parecida entre las variables dependientes e independientes donde el experimentador no dimensiona entre aquellas que cumple una función de causa y otras de efecto (Espinoza, 2018).

4.3 Nivel de logro de la competencia indaga alcanzado por los FPMF por actividad

Después del análisis de las tres categorías evaluadas, a continuación, se presenta la Tabla 22 que resume los puntajes asignados en las cinco propuestas de actividades experimentales que sirve para determinar el nivel de logro de la competencia Indaga alcanzado por los FPMF.

Tabla 22

Resumen de los puntajes alcanzados por categoría y número de actividad

FPMF	1ra propuesta experimental			2da propuesta experimental			3ra propuesta experimental			4ta propuesta experimental			5ta propuesta experimental							
	FP	PI	IV	FPI	PI	IV	FPI	PI	IV	FPI	PI	IV	FPI	PI	IV					
A1	0	0	3	3	1	2	3	6	1	3	4	8	2	3	4	9	2	3	4	9
A2	2	4	4	10	2	4	4	10	1	3	4	8	2	4	4	10	2	4	4	10
A3	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10
A4	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10	2	4	4	10
A5	0	3	4	7	0	0	0	0	0	1	4	5	0	3	3	6	2	4	3	9
A6	2	4	2	8	1	4	4	9	0	2	3	5	2	4	4	10	1	3	4	8
A7	2	4	2	8	0	2	1	3	2	2	3	7	1	3	4	8	1	3	4	8
A8	2	1	0	3	0	2	0	2	2	4	4	10	2	4	1	7	2	4	4	10
A9	1	0	0	1	0	1	0	1	1	3	4	8	0	0	0	0	2	3	4	9

Nota: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la Tabla 23 que identifica el NCI alcanzado por los FPMF.

Tabla 23

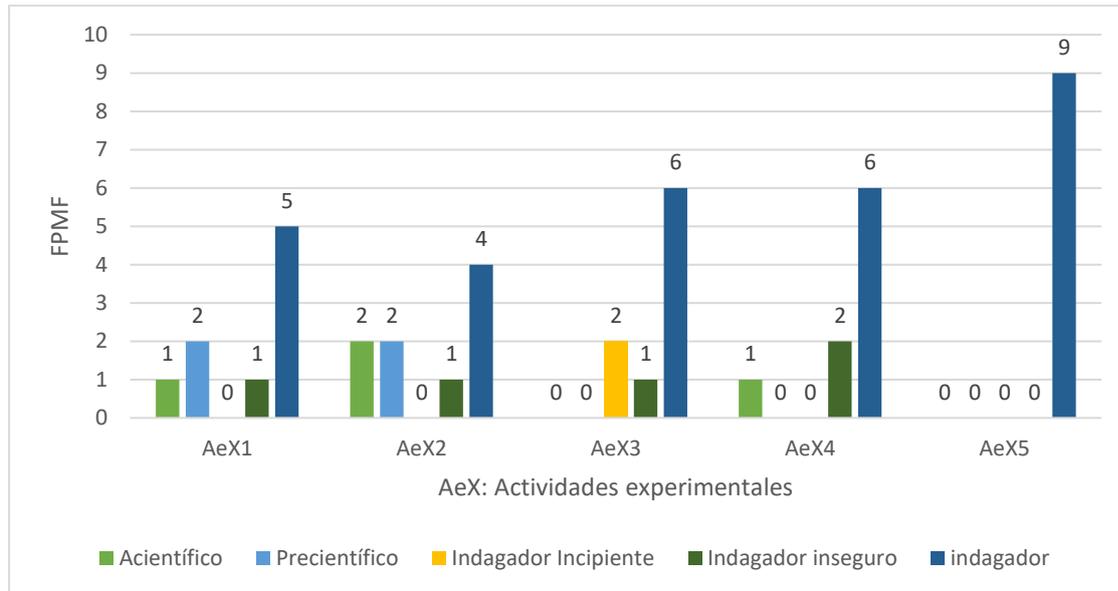
Niveles de competencia Indaga alcanzado por los FPMF en las cinco propuestas de actividades experimentales

FPMF	NCI en la 1ra propuesta	NCI en la 2da propuesta	NCI en la 3ra propuesta	NCI o en la 4ta propuesta	NCI en la 5ta propuesta
A1	Precientífico	Indagador inseguro	Indagador	Indagador	Indagador
A2	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador
A3	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador
A4	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador	Indagador
A5	Indagador inseguro	Acientífico	Indagador incipiente	Indagador inseguro	Indagador
A6	Indagador	Indagador	Indagador incipiente	Indagador	Indagador
A7	Indagador	Precientífico	Indagador inseguro	Indagador	Indagador
A8	Precientífico	Precientífico	Indagador	Indagador inseguro	Indagador
A9	Acientífico	Acientífico	Indagador	Acientífico	Indagador

Para sintetizar y esquematizar la información presentada en la Tabla 23 se muestra la Figura 54 que resume el NCI (niveles de competencia Indagatoria) alcanzado por los FPMF en las propuestas de actividades experimentales.

Figura 54

NCI alcanzado por los FPMF en las cinco actividades experimentales



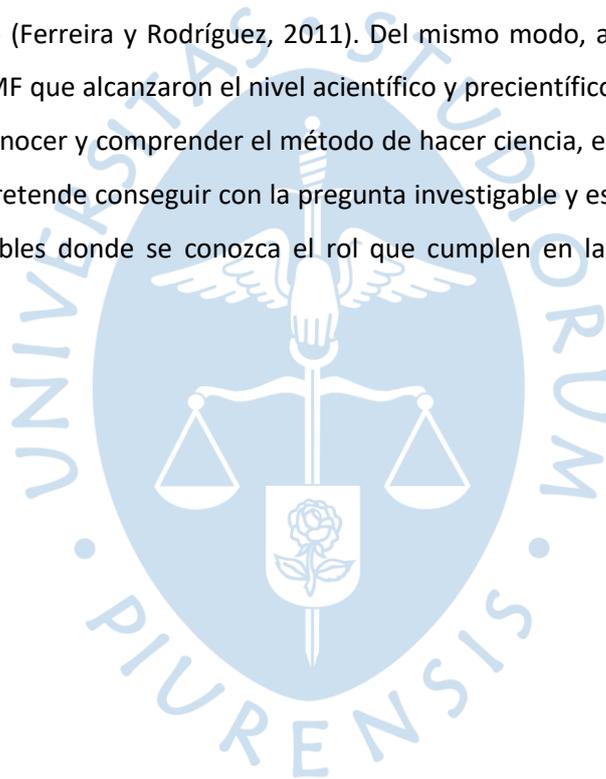
Nota: elaboración propia.

La Figura 54 presenta el nivel alcanzado en logros de la competencia Indaga de los FPMF, las barras ilustran que a medida que se tomaron las evaluaciones en orden cronológico, en la que se tenía que proponer una actividad experimental bajo el modelo de enseñanza por indagación; los FPMF van adquiriendo mejor la competencia Indaga ya que se evidencia una notable mejora, lo mencionado podría estar relacionado a la constancia y práctica en la que se enfrentan los FPMF cuando proponen actividades experimentales con indagación, para ejemplificar, se toma la actividad experimental número cinco, pues se muestra que la totalidad de los FPMF (100%) alcanzaron el nivel más alto (indagador), adicional a ello, se podría reflejar al contenido conceptual con el que se trabajó, ya que la consigna en la evaluación era de sobre las leyes de Newton. Mencionado campo temático ya se había considerado en prácticas anteriores por lo que se podría afirmar que los FPMF se encontraban con mayor familiaridad al enfrentarse a la propuesta de la actividad experimental.

En relación con lo anterior, enfrentarse a temas que previamente ya conocen y comprenden podría facilitar la descripción de su diseño, en este sentido, la actividad puede llevarse a cabo de variadas maneras, pues se formula la actividad experimental en relación con las vivencias,

estrategias, habilidades y dominios conceptuales que permitan un mejor desarrollo de la competencia Indaga en los FPMF (Gaete y Camacho, 2017).

Por otro lado, las limitaciones encontradas en las primeras propuestas de actividades experimentales, donde se evidencia a los FPMF alcanzar los NCI de rango bajo, dicho resultado podría atribuirse a una reciente apertura de los FPMF en proponer actividades experimentales, es decir, a la poca familiarización con modelos innovadores de la enseñanza en ciencias (indagación), en vista de que, existe una marcada tendencia a que los FPMF propongan actividades basadas en la memorización, uso excesivo de fórmulas matemáticas donde se limite habilidades metodológicas como el de: observar, manipular, preguntar, argumentar, discutir, entre otras para el desarrollo del pensamiento científico (Ferreira y Rodríguez, 2011). Del mismo modo, aunque la representatividad es mínima, existen FPMF que alcanzaron el nivel científico y precientífico, ello se podría relacionar a las dificultades para conocer y comprender el método de hacer ciencia, es decir, hace falta concretar y delimitar lo que se pretende conseguir con la pregunta investigable y establecer su conexión con la identificación de variables donde se conozca el rol que cumplen en la experimentación (Ferrés y Marbá, 2017).



Conclusiones

Primera, propiciar las actividades experimentales en FPMF favorece el desarrollo de la competencia Indaga, despierta la curiosidad y fomenta el aprendizaje significativo.

Segunda, la enseñanza de las ciencias basadas a nivel de indagación fortalece y afianza los logros en el aprendizaje de la ciencia (concretamente en física) como producto y como proceso.

Cuarta, los resultados obtenidos a pesar de contar con una población reducida de nueve FPMF permiten afirmar que, el nivel de logro de la competencia indaga como elemento fundamental para la investigación es óptimo y alto, puesto que se evidencia una progresiva mejora. Esto propicia el desarrollo de las capacidades: problematiza situaciones para hacer indagación y diseña estrategias para hacer indagación, y en consecuencia el desarrollo de la competencia Indaga.

Tercera, la continuidad en las propuestas de actividades experimentales por FPMF favorece el logro de la Competencia Indaga, es decir, cuanto mayor sean la cantidad de actividades experimentales, mayor es el logro en la competencia Indaga.

Cuarta, respecto a las cinco propuestas de actividades experimentales, se trabajó con nivel de contenido conceptual diferente, en donde se involucraba contenidos relacionados a: las leyes de Newton (primera, segunda y quinta actividad experimental), el coeficiente de rozamiento dinámico (tercera actividad experimental) y fuerza de rozamiento (cuarta actividad experimental). En relación con ello, no se podría determinar la influencia del contenido conceptual en el nivel de logro en la competencia Indaga en las actividades evaluadas, a modo de ejemplo, las primera y segunda actividad experimental se basaba en el uso de las leyes de Newton, en este caso, el FPMF podía proponer su diseño haciendo uso solo de una ley o en su defecto de las tres leyes, por lo que deja a criterio de cada uno. Además, la primera actividad partía del uso de un material casero, que, por la naturaleza del experimento se prestaba al uso de las tres leyes, por otro lado, en la segunda actividad al hacer como referencia al uso de un material didáctico, esta se ajusta más a la segunda ley, por lo que limitaba el campo conceptual.

Quinta, en atención a lo anterior, la quinta actividad al presentarse de forma reiterada el contenido de las leyes de Newton, es decir, que ya se habían evaluado anteriormente, aunque con problemáticas e ilustraciones distintas; otorga a los FPMF la posibilidad de proponer su diseño de manera libre, haciendo uso de sus experiencias y dominios para adaptar una actividad, por ello, los resultados evidencian que la totalidad de los FPMF alcanzaron el nivel de indagador en el logro de la competencia Indaga.

Sexta, la aplicación de la rúbrica NPTAI considera todos los aspectos relacionados a la dimensión metodológica en la enseñanza científica, contribuye a una categorización completa y globalizadora de los niveles de competencia Indaga, el cual permite un aprendizaje significativo en los FPMF.



Limitaciones

Primero, el análisis corresponde a propuestas de actividades experimentales desarrolladas en prácticas calificadas de la asignatura Física II y su didáctica, no se pudo realizar en un proceso de experimentación donde si se pudiese observar el comportamiento de los FPMF cuando indagan.

Segundo, la rúbrica NPTAI consta de siete categorías, de las cuales como ya se mencionó solo se han considerado tres, puesto que las consignas en las propuestas de actividades experimentales se enfocaban en la formulación de la pregunta investigables, la planificación de la investigación o diseño experimental y la identificación de variables.





Recomendaciones

- Basar la enseñanza de las ciencias en la realización de actividades experimentales con nivel de indagación mejora el desarrollo de la competencia Indaga (perfil que debe poseer un estudiante según los lineamientos de MINEDU), por tal sentido, los profesores de ciencias deben incluir en sus actividades diarias la formación bajo mencionado modelo de enseñanza.
- Incentivar en los formadores de FPMF la posibilidad de crear espacios que motiven a la curiosidad científica, donde solo no se aprenda conocimientos para enseñar ciencias, sino saber enseñar una ciencia que responda a cuestionamientos del mundo natural, donde se experimente, se falle en el proceso, se discuta, se argumenten y se busque soluciones con rigor científico.
- Situar a los FPMF en un modelo de enseñanza donde sean ellos mismos los protagonistas de su propio aprendizaje, ayudará a que en la práctica de su profesión transmitan la esencia de aprender ciencia, la indagación científica, a sus estudiantes.
- Analizar los niveles de competencia Indaga logrados en los FPMF proporciona indicios para reflexionar sobre la apropiación de la competencia Indaga.





Prospectiva de la investigación

La esencia de la presente investigación fue el análisis de cinco propuestas de actividades experimentales resueltas a nivel de indagación por los FPMF, para determinar el nivel de logro en la competencia Indaga, a raíz de lo presentado en el contenido de la tesis, se propone como prospectiva de la investigación.

- Formular actividades experimentales que incluyan todas las categorías de la rúbrica NPTAI.
- Proponer actividades experimentales que conduzcan a la experimentación, no solo en plantear una propuesta, sino experimentar para conseguir una mejor data en los resultados.
- Finalmente, una gran iniciativa sería comparar el nivel de logro en la competencia indaga con el nivel de contenido conceptual involucrado en la actividad experimental.





Lista de referencias

- Álvarez, M., Arias, A., Pérez, U., y Serrallé, J. F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de las competencias científicas. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1), 213-233. <https://core.ac.uk/download/pdf/13327047.pdf>
- Arteaga, E., Armada, L. y Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Universidad y sociedad*, 8 (1), 169-176. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100025
- Asociación Universitaria de Formación del Profesorado (2011). *La formación del profesorado en el siglo XXI Propuestas ante los cambios económicos, sociales y culturales*. Murcia: Universidad de Murcia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=684838>
- Banchi, H., y Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29. https://www.researchgate.net/publication/281990828_The_many_levels_of_inquiry
- Barrios, M., y Frías M. (2016). Factores que influyen en el desarrollo y rendimiento escolar de los Jóvenes de Bachillerato. *Revista colombiana de Psicología*, 35 (1). <http://dx.doi.org/10.15446/rcp.v25n1.46921>
- Bell, R.L., Smetana, L., y Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, 72, 30-33. https://www.researchgate.net/publication/228665515_Simplifying_inquiry_instruction
- Bogdan, R., Greca, I., y Meneses-Villagrà, J. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 14(2), 441-457. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3207>
- Bolívar, A. (2010). Desarrollo del currículo basado en competencias y mejora de los aprendizajes. *Escuela. Monográfico*, 1-26. https://www.researchgate.net/publication/281990828_The_many_levels_of_inquiry
- Buendía, L.; Colás, P.; y Hernández, F. (2001). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill. https://www.ugr.es/~ugr_unt/Material%20M%F3dulo%201/variables.pdf
- Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique Didáctica de las ciencias naturales*,(69), 21-34. https://www.researchgate.net/publication/283363895_Ensenar_Quimica_mediante_la_contextualizacion
- Caamaño, A. (2012) ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique. Didáctica de Las Ciencias*, 70, 83-91.

- Camacho, H.; Casilla, D.; y Finol, M. (2008). La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus Revista de educación*, 14(26), 284-306. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111491014.pdf>
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica?. *investigación en la escuela*, 5-17. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59927/R78.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasco, D. (2006). Metodología de la Investigación Científica. Editorial San Marcos.
- Castro, A., y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia investiga*, 2(3), 30-53. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646/607>
- Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2012). Competencia como aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, (70), 19-26. <https://www.grao.com/es/producto/revista-alambique-070-enero-12-hacia-la-competencia-cientifica>
- Crujeiras, B.; Jiménez, M.; y Gallástegui, J. (2013). Indagación en el laboratorio de química. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. (74). 49-56.
- D'Costa, A., & Schlueter, M. (2013). Scaffolded Instruction Improves Student Understanding of the Scientific Method and Experimental Design. *The American Biology Teacher*, 75(1), 18-28. <https://online.ucpress.edu/abt/article/75/1/18/18520/Scaffolded-Instruction-Improves-Student>
- Delors, J. (1996). "Los cuatro pilares de la educación" en La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103. https://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf
- Dewey, J. (1910). Science as Subject-Matter and as Method. *New Series*. 31(787), 121-127. <https://www.jstor.org/stable/pdf/1634781.pdf>
- Di Mauro, M. y Furman, M. (setiembre, 2012). *El impacto de la indagación guiada sobre el aprendizaje de la habilidad de diseño experimental* (sesión de conferencia). Actas III Jornadas de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales. La plata. <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/iii-2012/actas/Di%20Mauro%20y%20Furman.pdf>
- Escalante, P. (s.f.). *Aprendizaje por indagación*. Educrea. <https://educrea.cl/aprendizaje-por-indagacion/>

- Espinoza, E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Conrado*, 14(65), 39-49. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 35-56. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- Fernández, M.; Pérez, R.; Peña, S.; y Mercado, S. (2011). Concepciones sobre la enseñanza del profesorado y sus actuaciones en clases de ciencias naturales de educación secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16 (49), 571-596. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14018533011>
- Ferreira, J.; Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de investigación*, 35 (73). 61-84. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140388004.pdf>
- Ferrés, C., y Marbá, A. (2017). Evaluación de habilidades de indagación. *Enseñanza de las ciencias*, 1241-1247. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335249>
- Ferrés, C., Marbá, A., y Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>
- Flórez, M. (2015). *Las habilidades de indagación científica y las estrategias de aprendizaje en estudiantes de quinto de secundaria de la i.e. mariano melgar, distrito breña, Lima*. (Tesis de grado). Universidad Privada Cayetano Heredia, Lima. <https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/113/Las.habilidades.de.indagaci%C3%B3n.cient%C3%ADfica.y.las.estrategias.de.aprendizaje.en.estudiantes.de.quinto.de.secundaria.de.la.I.E..Mariano.Melgar.Distrito.Bre%C3%B1a.Lima.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Furman, M., y de Podestá, M. E. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Aique. https://www.researchgate.net/profile/Melina-Furman/publication/262935260_La_Aventura_de_Ensenar_Ciencias_Naturales/links/0f317539606475dc45000000/La-Aventura-de-Ensenar-Ciencias-Naturales.pdf
- Furman, M., Barreto, M. C., y Sanmartí, N. (2013). El proces d'aprendre a plantejar preguntes investigables. *Educació Química EduQ*, 14, 9-28. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/86445/CONICET_Digital_Nro.b896ff52-314f-4ac8-9912-c11d65d83e0c_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Gaete, M; y Camacho, J. (2017). Vivencias de practicantes de pedagogías en ciencias: prácticas de conocimiento científico y pedagógico. *Educ Pesqui.* 43(2), 341-356. <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201609146976>
- Gallardo, Y. y Moreno, A. (1999). *Aprender a investigar: recolección de la información*. ALFO EDITORES LTDA. 25-152. <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/3.-Recolecci%C3%B3n-de-la-Informaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf>
- García, M., y Calixto R. (1999). Las actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. *Perfiles Educativos*, 21, 105-118. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13208408.pdf>
- García, I. (2002). La educación actual ante las nuevas exigencias de la sociedad del conocimiento. *Revista Temas*, 1-17. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/cuba/cips/caudales05/Caudales/ARTICULOS/ArticulosPDF/05G001.pdf>
- García, S. y Furman, M. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis y saber.* 5(10). 75-91. <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477247214005.pdf>
- García, G. y Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3). 7-16. https://www.researchgate.net/publication/277260057_Desarrollo_de_competencias_cientificas_a_traves_de_una_estrategia_de_ensenanza_y_aprendizaje_por_investigacion
- García, S. (2016). Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo abierto*, 35(1), 31-44. <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2825>
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación química*, 21(2), 106-110. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000200001
- Garritz, A. (2011). Las contribuciones de la química al bienestar de la humanidad. *Educación química*, 22 (1), 2-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30106-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30106-X)
- González, A., y Crujieras- Pérez, B. (2017). Aplicación de las 5E para aprender mecánica a través de la indagación en la educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 2 (33), 123-142. <https://doi.org/10.7203/dces.33.11037>

- Gutiérrez, S. (2011). *La indagación guiada como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en el aprendizaje de conceptos de etnobotánica* [Tesis de Maestría] Universidad Nacional de Colombia. <https://core.ac.uk/download/pdf/11056307.pdf>
- Hernández, C. (2005). ¿qué son las "competencias científicas"? Foro educativo nacional. <https://sair-aparicio.webnode.com.uy/files/200000008-57ea659e11/competencias-cientificas-sesion4.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodologías de investigación*. México D.F.: McGraw Hill. https://www.academia.edu/23889615/Hern%C3%A1ndez_Sampieri_R_Fern%C3%A1ndez_Collado_C_y_Baptista_Lucio_M_P_2010
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico : McGraw-Hill. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Jiménez, V. y Comet, C. (2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 3 (2), 1-11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5757749>
- López, A. y Tamayo, O. (2012). las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- Marín, M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en el contexto de resolución de problemas. *Revista EduCyT*, 1, 37-52. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7553/3.pdf;jsessionid=8C6040BE6F273AE23513B62C415A6398?sequence=1>
- Martín, I. (2003). *Física general*. <https://fisicas.ucm.es/data/cont/media/www/pag-39686/fisica-general-libro-completo.pdf>
- Martínez-Losada, C., Vega, P., y García-Barrios, S. (1999). Qué procedimientos utiliza el profesorado de educación primaria cuando enseña y cuáles tienen mayor presencia en los textos de este nivel. *Manuais escolares*, 325-334.
- Martínez, M; Varela, P.; Ezquerro, A. y Sotres, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 616-629. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92028937009>

- Martínez, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza*. (Tesis de doctorado). Universidad de Almería.
<https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=kWSS9z0JTnA%3D>
- Ministerio de Educación del Perú. (2012). *Orientaciones para la enseñanza del área curricular de Ciencia y Tecnología*. Lima. <http://www.perueduca.pe/recursosedu/c-libros-texto/primaria/ciencia-tecnologia/orientaciones-ensenanza-ciencia-ambiente.pdf>
- Ministerio de educación del Perú. (2015). *¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes? Rutas de aprendizaje para educación secundaria*. Lima.
file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/documentos_Secundaria_CienciayAmbiente-VI.pdf
- Ministerio de educación del Perú. (2016a). *Programa Curricular de la educación secundaria*. Lima.
<http://www.minedu.gob.pe/curriculo/>
- Ministerio de educación del Perú. (2016b) *Currículo Nacional de la Educación Básica*.
<http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>
- Ministerio de educación del Perú.. (2017). *El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados*. Lima, Perú: Oficina de medición de la calidad educativa de los aprendizajes.
http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro_PISA.pdf
- Mora, W. (1997). Actitudes ante la imagen de las ciencias. *Actualidad educativa*, 4, 20-31.
https://www.researchgate.net/publication/280093057_Actitudes_hacia_la_imagen_de_las_ciencias
- Nagusia, B. (2009). Competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud: educación secundaria obligatoria.
https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/152585/300007c_Pub_BN_Competencia_Cientifica_ESO_c.pdf?sequence=1
- National Research Council (1996): National Science Education Standards, Washington DC, National Academy Press. <http://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf>
- Nonajulca, D. (2018). *Las actividades experimentales con nivel de indagación guiada y abierta y su impacto en la formación de futuros docentes*. (Tesis de pre-grado). Universidad de Piura, Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3816>
- Olson, S. y Louks-horsley, S. (2000) (Eds). *Inquiry and the national Science Education Standards: A guide for Teaching and learning*. Washington, DC: National Research Council.

- Ordoñez, D. (2015). *Validación del coeficiente de fricción dinámica mediante tres procedimientos para materiales de uso común en ingeniería*. (tesis de grado). Universidad tecnológica de Pereira. <https://core.ac.uk/download/pdf/71398887.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2004). *Competencias para la vida: Proyecto* DeSeCo. <https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>
- Ortega, C.; Passailaigue, R.; Febles, A; y Estrada, V. (2017). El desarrollo de competencias científicas desde los programas de posgrado REDVET. *Revista electrónica de veterinaria*, 18 (11),1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574007.pdf>
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., y De pro, a. (2012). *El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave*. Grao.
- Pérez, G. (1994). *investigación cualitativa.retos e interrogantes*. Madrid : La Muralla. <https://es.scribd.com/doc/112403483/Investigacion-cualitativa-retos-e-interrogantes>
- Pozo, J. (2006). La nueva cultura del aprendizaje en la sociedad del conocimiento. En: Pozo, J., Scheuer, M.,Pérez, P., Echeverría, M., Mateos, E., Martín N. y Cruz, I. (Eds.), *Nuevas formas de pensar la Enseñanza y el aprendizaje*. España: Graó, 29-53.
- Pujol, R. M. (2008). Pensar en la escuela primaria para pensar en la formación de su profesorado, desde la DCE, en el marco del nuevo grado. En M.R. Jiménez Liso (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 354-361. Universidad de Almería.
- Quintanilla M. (2006) La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a leer el mundo. *Revista pensamiento educativo*, 39 (2), 177-204. <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/1271/484616.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, L., Alcila, A., Castrillón, J., y Buriticá, I. (2004). *Paradigmas y modelos de investigación. guía didáctica*. fundación universitaria Luis amigó.https://www.academia.edu/6530612/PARADIGMAS_Y_MODELOS_DE_INVESTIGACION_C3%93N_GU%C3%8DA_DID%C3%81CTICA_Y_M%C3%93DULO_Texto_reestructurado_por
- Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química* 23(4), 415-421. <http://educacionquimica.info/numero.php?numero=119>
- Rodríguez, N. (2011). Diseños Experimentales en Educación. *Revista de pedagogía*. 32(91). 147-158.

- Rosa, S. M. (2019). Proyectos de investigación en los estudios universitarios: progreso de la observación a la indagación. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 195-212. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2607>
- Rugeles, P., Mora, B., y Metaute, P. (2015). El rol del estudiante en los ambientes educativos mediados por las TIC. *Revista Lasallista de Investigación*, 12 (2), 2015, 132-138. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69542291025>
- Ruiz, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134112600004.pdf>
- Sanmartí, N.; y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (70), 27-36. <https://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat.conxitamarquez/files/Ense%C3%B1ar%20a%20plantear%20preguntas%20investigables.pdf>
- Sawada, D., y Piburn, M. (2000). *Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP) Training Guide*. Arizona: State University of Arizona. https://www.researchgate.net/publication/237295315_Reformed_Teaching_Observation_Protocol_RTOPReference_Manual
- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing qualitative research: A comprehensive guide*. Sage Publications.
- 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>
- Sterling, D. R., Dexter, P., Dunn, D. D., Frazier, W., Hepner, J., Schools, F. C. P., y Nelson. L. J. (2007). *Virginia mathematics and science coalition science specialist task forcé report*. Recuperado de: <http://tiny.cc/fo89fy>
- Tejada, A. (2007). Desarrollo y formación de competencias: un acercamiento desde la complejidad. *Acción Pedagógica*, (16), 40-47. https://www.academia.edu/550602/Desarrollo_y_formaci%C3%B3n_de_competencias_u_n_acercamiento_desde_la_complejidad
- Torres, A.; Badillo, M.; Valentin, K.; y Ramírez, E. (2014). Las competencias docentes: el desafío de la educación superior. *Innovación Educativa*, 14, (66). 129-145. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n66/v14n66a8.pdf>

- Trinchet-Valera, C.; Trinchet-Soler, R. y Chacón, A. (2008). La experimentación: paso final y determinante para validar el proceso de investigación científica en medicina. *Acimed*, 18(6), 1-8. <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v18n6/aci131208.pdf>
- 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 Media. *Revista de investigación*, 37(78), 109-127. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140393005.pdf>
- Valiente, A. y Galdeano, C. (2009). Enseñanza por competencias. *Educación química*. 369-372. <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v20n3/v20n3a10.pdf>
- Vascak, V. (s.f.). Physics at school. <https://vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>
- Vezub, L. (2007). La formación y el desarrollo profesional docente frente a los nuevos desafíos de la escolaridad. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*,11(1), 1-24. <https://www.ugr.es/~recfpro/rev111ART2.pdf>
- Yaranga, R. (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 posgrado). Universidad peruana Cayetano Heredia.
- Zúñiga, A., Leiton, R., y Naranjo, J. A. (2011). Nivel de desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de secundaria de (Mendoza) Argentina y (San José) Costa Rica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (56),1-12 . <https://rieoei.org/historico/deloslectores/4246Zuniga.pdf>



Apéndices





Apéndice 1 Rúbrica NPTAI

0	No identifica problemas o no plantea problemas o plantea problemas inabordable	IDENTIFICACION DE PROBLEMAS INVESTIGABLES
1	Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados	
2	Identifica problemas de investigación adecuados y concreta interrogantes	
0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos	
2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o solo emite predicciones	
3	Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación	
4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe en forma de deducción y con referencia al modelo: "Si pensamos que... entonces... observaremos que..."	
1	Hipótesis no formulada	PTAI: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
2	Suposición en lugar de hipótesis	
3	Problemas en lugar de hipótesis	
4	La hipótesis no encaja con el problema o con la situación	
5	La formulación contiene errores objetivos o de lógica	
6	Formulación retorcida o ambigua	
7	La hipótesis encaja con el problema y es formulada así si... entonces...	
0	El diseño debería contemplar variables y no las tiene en cuenta	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
1	No identifica ni VI ni VD o no las sabe concretar a pesar de haberlas considerado en el diseño	
2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis formuladas	
3	Identifica VI y VD pero de manera inconcreta o imprecisa	
4	Identifica y define VI y VD apropiadas, que encajan con las hipótesis	
0	No hay o no propone diseño experimental o metodológico o lo hay pero no lo identifica	PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN
1	El diseño metodológico no permite comprobar las hipótesis	
2	El diseño metodológico solo permite una comprobación parcial de las hipótesis	
3	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explícitos controles o el control es incompleto o descripción incompleta del diseño	
4	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y control	
0	No ha recogido datos de investigación: ni los ha generado en experimentos u observaciones ni los ha obtenido de fuentes de datos	RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS
1	Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, o con déficit en la aplicación de técnicas y medidas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados y cálculos con incorrecciones	
2	Recogida de datos con errores o imprecisiones o que muestra falta de comprensión de los procedimientos y/ o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis testadas, pero con tratamiento adecuado de los datos y la representación gráfica	
3	Recogida de datos metódica, con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, que aportan datos relacionados con las hipótesis, con buen tratamiento matemático y gráfico, pero sin réplicas y con control insuficiente	
4	Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, buen tratamiento matemático y gráfico de los datos, y con réplicas y controles	
0	Sin análisis de datos	ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES
1	Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos	
2	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas	
3	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco fiables, "simplista"...	
4	Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas	
0	No sabe describir las características de los procesos de indagación científica	METARREFLEXIÓN
1	Descripción incompleta de características de un proceso de indagación o con confusión de conceptos, ideas parcialmente inductivistas y poca o nula referencia a conceptos científicos	
2	Buena descripción de los procesos de indagación, con referencia a conceptos científicos tanto para formular hipótesis como en el análisis de datos y la argumentación de conclusiones, que no surgen simplemente de procesos de inducción	

Nota: Extraído de Ferrés et al. (2015)

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2900/2584>