



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE
APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON MENCIÓN EN
MATEMÁTICA Y FÍSICA**

**El empleo de la heurística en la enseñanza de la Física y su impacto en el desarrollo de
competencias cognitivas y metacognitivas en Educación Superior.**

Autor: Hiram Hernández Ramos

Director - Tutor: Holger Augusto Real Benalcazar

Quito, febrero 2026

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Hiram Hernández Ramos, con C.I. 1756979496, autor del trabajo de graduación titulado “El empleo de la heurística en la enseñanza de la Física y su impacto en el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas en Educación Superior”, previo a la obtención del grado académico de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con Mención en Matemática y Física en la Facultad de Aprendizaje, Lenguas y Comunicación.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador, para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, a los 7 días del mes de febrero de 2026



Hiram Hernández Ramos

C.I. 1756979496

Dirección electrónica: HHERNANDEZR@puce.edu.ec

DEDICATORIA

En mi corazón quedan grabados quienes me sostuvieron en este tramo: mi familia, raíz y refugio, presente aun cuando el tiempo y el cansancio apretaban.

Con gratitud inmensa a mis padres, por el ejemplo silencioso, por la fe constante y por enseñarme que la dignidad también se aprende en casa.

Un abrazo infinito a mi esposa, compañera de desvelos y de sueños; por su amor paciente, por su fuerza serena y por creer en mí incluso en los días más difíciles.

A mis hijas y mi nieta, mi alegría y mi horizonte: en ustedes está mi motivo más puro, la luz que guía mis pasos y la ternura que le da sentido a todo lo que hago.

Con respeto y admiración a mis profesores de la universidad, por su guía, su rigor y su humanidad; por formar no solo conocimientos, sino también carácter y vocación.

Un reconocimiento especial a mis compañeros de la maestría, por la solidaridad cotidiana, el consejo oportuno y el apoyo que se vuelve impulso cuando más se necesita.

Bendecido sea nuestro equipo **ECUACUB** (Ecuador y Cuba): por la hermandad que construimos, por la colaboración sincera y por demostrarnos que juntos el camino se hace más firme y hermoso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios por la vida, la salud y la fortaleza que me permitieron culminar este proceso de formación e investigación, incluso en los momentos de mayor exigencia.

Mi gratitud más profunda es para mi familia, sostén esencial de cada paso. A mis padres, por el ejemplo, la entrega y los valores que han guiado mi camino; por su apoyo constante y por enseñarme que la perseverancia se construye día a día. A mi esposa, por su amor incondicional, su paciencia en los desvelos y su comprensión cuando el tiempo parecía no alcanzar; por ser compañía firme, calma y motor a la vez. A mis hijas y a mi nieta, por ser alegría, inspiración y esperanza: en ustedes encuentro el sentido más humano de superarme, y la luz que renueva mis fuerzas cuando el cansancio aparece.

Expreso un agradecimiento especial a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por brindarme un espacio académico exigente y enriquecedor, que impulsó mi crecimiento profesional y fortaleció mi mirada pedagógica y científica. Con respeto y admiración, agradezco a mis profesores por su guía, rigor y calidad humana; por sus aportes, observaciones y enseñanzas, que contribuyeron de manera significativa al desarrollo de esta tesis y a mi formación como investigador y docente.

De igual manera, agradezco a mis compañeros de la maestría y, en particular, al equipo ECUACUB (Ecuador y Cuba), por la colaboración sincera, el intercambio de ideas, el apoyo constante y la amistad construida durante este recorrido. En cada conversación, en cada aporte y en cada gesto solidario encontré un impulso valioso para avanzar con mayor convicción.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de forma directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este trabajo: quienes ofrecieron su tiempo, su experiencia, su confianza o una palabra oportuna de aliento. Este logro también es de ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1 Contextualización del problema en la enseñanza de la Física.....	19
1.2 Antecedentes de la problemática y evidencias empíricas recientes	19
1.3 Manifestaciones cognitivas y metacognitivas del problema	20
1.4 Enfoque heurístico como alternativa didáctica.....	22
1.5 Vacíos de investigación y necesidad de revisión sistemática.....	23
1.6 Preguntas de investigación	24
1.7 Objetivos de la investigación.....	25
1.7.1 <i>Objetivo general</i>	25
1.7.2 <i>Objetivos específicos</i>	25
1.8 Justificación, pertinencia y relevancia del estudio	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	30
2.1 Antecedentes de la investigación.....	30
2.1.1 <i>Investigación 1</i>	31
2.1.2 <i>Investigación 2</i>	33
2.1.3 <i>Investigación 3</i>	35
2.1.4 <i>Investigación 4</i>	37
2.1.5 <i>Investigación 5</i>	39
2.1.6 <i>Síntesis crítica de los antecedentes</i>	42
2.2 Bases Teóricas	44
2.2.1 <i>La enseñanza de la Física en la educación superior</i>	44
2.2.2 <i>Heurística: fundamentos, modelos y aplicaciones</i>	45
2.2.3 <i>Competencias cognitivas en Física.</i>	46
2.2.4 <i>Competencias metacognitivas y autorregulación del aprendizaje.</i>	46
2.2.5 <i>Estrategias didácticas relacionadas con la heurística</i>	47
2.3 Bases legales y políticas públicas.	47
2.3.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i>	48
2.3.2 <i>Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)</i>	48
2.3.3 <i>Reglamento de Régimen Académico del CES</i>	48
2.3.4 <i>Políticas públicas educativas en Ecuador</i>	49
2.3.5 <i>Normativa institucional de la PUCE</i>	49
2.3.6 <i>Recomendaciones y proyección</i>	50

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	52
3.1 Enfoque y diseño de la investigación	52
3.2 Tipo y nivel de investigación	53
3.3 Unidades de análisis y criterios de selección.....	54
3.3.1 <i>Unidades de análisis</i>	54
3.3.2 <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	55
3.3.3 <i>Alcance temporal, lingüístico y contextual</i>	56
3.4 Procedimiento de búsqueda de información.....	57
3.4.1 <i>Bases de datos y fuentes documentales</i>	57
3.4.2 <i>Descriptores y ecuaciones de búsqueda</i>	58
3.4.3 <i>Proceso de cribado y selección (esquema PRISMA)</i>	58
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	61
3.5.1 <i>Matriz de extracción de datos</i>	61
3.5.2 <i>Ficha de evaluación de calidad metodológica</i>	62
3.6 Técnicas de análisis de la información	63
3.6.1 <i>Análisis descriptivo</i>	64
3.6.2 <i>Análisis temático y síntesis narrativa</i>	64
3.6.3 <i>Análisis de relaciones entre categorías</i>	65
3.7 Operacionalización de variables y categorías de análisis.....	66
3.8 Consideraciones sobre rigor y ética de la revisión	70
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	72
4.1 Caracterización general del corpus de estudios incluidos	72
4.1.1 <i>Proceso de selección y número de estudios</i>	72
4.1.2 <i>Tipo de documentos y diseños metodológicos predominantes</i>	74
4.1.3 <i>Distribución temporal, geográfica y por contexto educativo</i>	75
4.2 Estrategias heurísticas identificadas en los estudios.....	76
4.2.1 <i>Guías estructuradas de resolución de problemas</i>	76
4.2.2 <i>Representaciones múltiples y diagramas heurísticos</i>	77
4.2.3 <i>Análisis cualitativo previo y modelización guiada</i>	77
4.2.4 <i>Analogías, casos análogos y comparación de soluciones</i>	78
4.2.5 <i>Heurísticas metacognitivas: planificación, monitoreo y evaluación</i>	78
4.3 Resultados relacionados con competencias cognitivas	79
4.3.1 <i>Comprensión conceptual y cambio de concepciones</i>	79
4.3.2 <i>Razonamiento cualitativo y cuantitativo en resolución de problemas</i> ...	80
4.3.3 <i>Transferencia a problemas no rutinarios</i>	80
4.4 Resultados relacionados con competencias metacognitivas.....	81

4.4.1	<i>Planificación y organización del estudio</i>	81
4.4.2	<i>Monitoreo de la comprensión y evaluación de respuestas</i>	81
4.4.3	<i>Actitudes, autoeficacia y permanencia en las carreras STEM.....</i>	82
4.5	Dificultades y condiciones para la implementación de estrategias heurísticas	82
4.6	Síntesis integradora frente a preguntas y objetivos de la investigación	83
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....		86
5.1	Denominación de la propuesta	86
5.2	Naturaleza y definición de la propuesta	86
5.2.1	<i>Objetivo general de la propuesta</i>	87
5.2.2	<i>Objetivos específicos de la propuesta</i>	87
5.3	Componentes estructurales de la propuesta.....	88
5.3.1	<i>Componente 1: Diseño de tareas y problemas heurísticos</i>	88
5.3.2	<i>Componente 2: Andamiaje heurístico y rol del docente</i>	89
5.3.3	<i>Componente 3: integración de la metacognición.....</i>	89
5.3.4	<i>Componente 4: Evaluación coherente con la heurística.....</i>	90
5.3.5	<i>Componente 5: Adaptación contextual y formación docente.....</i>	90
5.4	Justificación de la propuesta.....	91
5.4.1	<i>Justificación científica y académica</i>	91
5.4.2	<i>Justificación pedagógica y curricular</i>	92
5.4.3	<i>Justificación institucional y contextual</i>	92
5.4.4	<i>Justificación social y de proyección futura</i>	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		99
ANEXOS		105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables del estudio.	67
Tabla 2. Diagrama de flujo prisma 2020 de la revisión sistemática.	73
Tabla 3. Tipo de documentos incluidos en la revisión sistemática.	74
Tabla 4. Distribución geográfica de los estudios incluidos en la revisión sistemática..	75

RESUMEN

Esta investigación, de carácter bibliográfico, realiza una revisión sistemática de estudios empíricos sobre el empleo de estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física universitaria y su impacto en el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas. El objetivo general es explorar de manera ordenada los elementos conceptuales y procedimentales de la heurística utilizados en cursos de Física de educación superior, así como los efectos reportados en la comprensión conceptual, la resolución de problemas y la autorregulación del aprendizaje. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos internacionales y regionales (Scopus, Web of Science, ERIC, SciElo, Redalyc y repositorios institucionales), considerando publicaciones entre 2020 y 2024. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión definidos en un protocolo guiado por PRISMA 2020, se seleccionaron 65 estudios empíricos que trabajan con estudiantes de carreras de ciencias, ingeniería o formación docente en Física. De cada estudio se extrajeron datos sobre tipo de estrategia heurística, diseño metodológico, competencias evaluadas e indicadores de logro. Los resultados muestran que las estrategias heurísticas más frecuentes combinan análisis cualitativo previo del problema, descomposición de subpasos, uso de representaciones múltiples, comparación de casos análogos e incorporación de momentos explícitos de reflexión metacognitiva. La mayoría de los estudios reporta mejoras en la calidad de las explicaciones, en la coherencia física de las soluciones y en la capacidad de transferir conocimientos a situaciones nuevas, así como avances en planificación, monitoreo y evaluación del propio aprendizaje. Sin embargo, también se identifican desafíos relacionados con la sobrecarga cognitiva, la formación docente necesaria para sostener estas prácticas y la escasez de investigaciones en contextos latinoamericanos. A partir de la síntesis realizada, el trabajo propone un conjunto de lineamientos heurísticos y una secuencia didáctica ejemplar que pueden orientar futuras experiencias e investigaciones en la enseñanza de la Física en educación superior.

Palabras clave: heurística, enseñanza de la Física, educación superior, metacognición, resolución de problemas

ABSTRACT

This bibliography study reports a systematic review of empirical research on the use of heuristic strategies in university physics teaching and their impact on students' cognitive and metacognitive competencies. The general objective is to explore, in an organized way, the conceptual and procedural elements of heuristic used in higher education physics courses, as well as the reported effects on conceptual understanding, problem solving and self-regulated learning. The search was conducted in international and regional databases (Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, Redalyc and institutional repositories), considering publications between 2020 and 2024. Following a protocol guided by PRISMA 2020, and after applying explicit inclusion and exclusion criteria, 65 empirical studies were selected that worked with students from science, engineering and physics teacher-education programmes. For each study, data were extracted regarding the type of heuristic strategy, methodological design, competences assessed and learning outcomes. The results show that the most frequent heuristic strategies combine qualitative analysis of the problem, stepwise decomposition, use of multiple representations, comparison of analogous cases and explicit metacognitive reflections, in the physical coherence of solutions and in students' ability to transfer knowledge to new situations, as well as progress in planning, monitoring and evaluation of their own learning. Nevertheless, challenges are also identified, such as cognitive overload when tasks are poorly scaffolded, the need for specific teacher training to sustain these practices, and the scarcity of research in Latin-American contexts. Based on the synthesis of evidence, the study proposes a set of heuristic design guidelines and an exemplary teaching sequence that can support future interventions and an exemplary teaching sequence that can support future interventions and research in university physics education.

Keywords: heuristics, physics education, higher education, metacognition, problem solving

INTRODUCCIÓN

Cuando uno conversa con docentes que llevan años enseñando Física a nivel universitario, aparece una sensación común: algo no funciona del todo en las aulas. No importa si se utilizan proyectores modernos, plataformas virtuales o libros actualizados; muchas y muchos estudiantes siguen teniendo dificultades para entender los conceptos más abstractos, enfrentarse a problemas nuevos o regular su propia forma de estudiar. Y esto no es una impresión docente, Geller et al. (2022) y Etkina et al. (2019) coinciden en que menos del 40% de los estudiantes logra aplicar lo visto en clase cuando el problema cambia de formato, contexto o datos. El resto recurre a la memoria, a fórmulas sueltas, o simplemente se paraliza frente a lo desconocido.

Esa situación genera una brecha entre lo que se espera lograr en la educación superior y lo que realmente ocurre. La física debería ser espacio para pensar, modelar, equivocarse y volver a intentar, pero termina convirtiéndose para muchos estudiantes en una materia donde hay que sobrevivir. La percepción de dificultad, la ansiedad que provoca la asignatura y la falta de estrategias para afrontar problemas No rutinarios se vuelven parte del día (Solorio et al., 2021). Frente a este panorama, es comprensible que varios estudios hayan empezado a mirar con atención enfoques que no dependan tanto de la repetición, sino de la forma en que los estudiantes razonan y construye sentido.

Uno de esos enfoques es la heurística, que no es más que un conjunto de estrategias de pensamiento que ayudan a buscar caminos, probar ideas y avanzar con más autonomía. Aunque la palabra suene técnica, en esencia se trata de enseñar a pensar mientras se resuelve, no después. Y lo interesante es que, en los últimos años, esta mirada ha cobrado fuerza porque parece responder a una necesidad real del aula: apoyar al estudiante a comprender como aprende y cómo puede gestionar mejor sus propios procesos cognitivos. Investigaciones recientes muestran qué cuando se utilizan heurísticas de manera sistemática, los estudiantes mejoran su capacidad para analizar problemas, explicar lo que están haciendo y revisar sus propios errores con más precisión (Barzilai & Chinn, 2024; Dessie et al., 2023).

El contexto internacional también empuja hacia ese camino. Tanto en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) como en otras reformas globales, se insiste en que la educación superior debe cultivar competencias como la modelización, la reflexión metacognitiva y el pensamiento crítico. En el informe, ¿Does Higher Education Teach

Students to Think Critically? de la OCDE (2022), se destaca que las habilidades genéricas -como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el razonamiento analítico y la comunicación- son esenciales para que los estudiantes enfrenten con éxito los desafíos posteriores a la universidad y no se limiten a memorizar conocimientos teóricos (Van Damme & Zahner, 2022). La física, por su propia naturaleza, es un terreno fértil para desarrollar estas capacidades, pero solo si se replantea la manera de guiar el aprendizaje y se orienta hacia prácticas que fomenten el compromiso cognitivo y la autonomía reflexiva (OCDE, 2025).

Tomando en cuenta estas necesidades, este trabajo se plantea como una revisión bibliográfica sistemática que analiza lo que se ha investigado en los últimos 5 años sobre el uso de la heurística en la enseñanza de la Física universitaria. La intención no es solo qué se ha hecho, sino evaluar qué funciona, por qué funciona y en qué condiciones cada enfoque tiene mejores resultados. Este tipo de revisión permite tener una mirada amplia, crítica y actualizada sobre el estado del conocimiento, y al mismo tiempo señalar vacíos que aún deben ser investigados.

La tesis está dividida en varias secciones.

- El Capítulo I, dedicado al planteamiento del problema, contextualiza las dificultades que enfrenta la enseñanza de la Física, presenta evidencias recientes y formula las preguntas y objetivos de investigación que guían este estudio.
- El Capítulo II corresponde al marco teórico y reúne los principales aportes conceptuales sobre heurística, competencias cognitivas y metacognitivas, así como antecedentes de investigaciones cercanas al tema.
- El Capítulo III explica la metodología de revisión sistemática, detalla los criterios de búsqueda y selección de fuentes, y justifica la elección del enfoque PRISMA.
- El Capítulo IV presenta y analiza los resultados obtenidos, explorando tendencias, patrones y contrastes entre diferentes enfoques heurísticos.
- El Capítulo V describe una propuesta pedagógica fundamentada en los hallazgos recopilados, orientada a fortalecer el aprendizaje de la Física mediante el uso de estrategias heurísticas.

- Finalmente, el apartado de Conclusiones y Recomendaciones sintetiza los aportes centrales, discute implicaciones educativas y sugiere líneas de investigación para continuar fortaleciendo este campo.

En general, esta introducción abre la puerta a un análisis que busca comprender no solo qué se enseña en Física, sino cómo aprenden realmente los estudiantes, qué obstáculos enfrentan y de qué manera las estrategias heurísticas pueden convertirse en una alternativa viable, humana y pedagógicamente sólida para mejorar la experiencia de aprendizaje en la educación superior.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Contextualización del problema en la enseñanza de la Física

La enseñanza de la física en la educación superior se ha convertido, en muchas instituciones, en un espacio donde convergen expectativas altas, tensiones pedagógicas y desafíos que parecen repetirse de manera cíclica. Quienes enseñan la asignatura lo saben: por más que se renueven los programas, se modernicen los laboratorios o se incorporen recursos digitales, la comprensión profunda de los conceptos sigue siendo pendiente para una parte importante del estudiantado (Agarwal et al., 2023; Hallett & De, 2022).

En numerosas ocasiones la experiencia cotidiana revela un patrón que ya no sorprende: estudiantes que logran memorizar ecuaciones y repetir procedimientos, pero que tienen dificultades significativas cuando un problema exige tomar una decisión conceptual o interpretar una situación diferente a la vista en clase. Esta sensación que comparten muchos docentes no es una simple intuición; la evidencia empírica muestra que se trata de un fenómeno ampliamente extendido. Doyan et al. (2024a), por ejemplo, analizó cohortes de estudiantes de varias universidades e identificó que una proporción considerable no logra transferir adecuadamente los conocimientos a situaciones novedosas, lo que indica la persistencia de un aprendizaje superficial.

1.2 Antecedentes de la problemática y evidencias empíricas recientes

Esta desconexión entre lo que se enseña y lo que se comprende ha sido objeto de creciente preocupación en la literatura reciente. Etkina et al. (2017) encontraron que incluso después de aplicar intervenciones pedagógicas orientadas al razonamiento conceptual, muchos estudiantes continúan presentando limitaciones para identificar los principios relevantes en un problema. Tales hallazgos coinciden con los de Sundstrom et al. (2025), quienes destacan que, aun cuando los estudiantes parecen dominar los procedimientos algorítmicos, su comprensión conceptual suele ser frágil y tiende a romperse cuando cambia el tipo de problema. Esto evidencia que la enseñanza de la física no puede reducirse a la transmisión de recetas, pues la naturaleza misma de la disciplina exige un pensamiento flexible, analítico y capaz de adaptarse a contextos nuevos (Bao & Koenig, 2019).

A pesar de los avances metodológicos y tecnológicos de las últimas décadas, el modelo de enseñanza predominante continúa siendo tradicional y altamente centrado en el docente. En muchas aulas, la exposición magistral sigue funcionando como columna vertebral del proceso formativo, acompañada de guías de ejercicios que los estudiantes resuelven de manera mecánica. Según Musengimana et al. (2025a), esta estructura pedagógica conduce a que los alumnos aprendan a resolver problemas sin llegar a comprender plenamente los principios que subyacen a su solución. El riesgo de este enfoque es que se construye una ilusión de dominio: los estudiantes sienten que entienden porque pueden reproducir cálculos, pero cuando se les pide explicar con sus propias palabras o justificar por qué una solución tiene sentido físico, emergen contradicciones y vacíos conceptuales (Good et al., 2019; Lopez-Jimenez et al., 2021).

1.3 Manifestaciones cognitivas y metacognitivas del problema

A esta situación se suma otro ingrediente que complejiza el panorama: el creciente abandono de las carreras STEM en los primeros semestres. Oliveira et al. (2025) señalan que la física constituye uno de los principales filtros académicos para los estudiantes que intentan ingresar a profesiones relacionadas con ingeniería, tecnologías o ciencias aplicadas. Según Pigart et al. (2025) la ansiedad, la frustración y la percepción de que la asignatura es inaccesible se convierten en detonantes de la deserción temprana. Estos fenómenos no solo afectan trayectorias individuales, sino que también preocupan a las que buscan formar profesionales preparados para retos científicos y tecnológicos contemporáneos (Yaacob et al., 2025).

El problema también puede observarse desde la perspectiva cognitiva. Numerosos estudios coinciden en que los estudiantes presentan dificultades para modelar fenómenos físicos, manejar representaciones múltiples, interpretar gráficas o conectar ideas que, en apariencia, pertenecen a temas distintos pero que comparten estructuras conceptuales profundas. Munfaridah et al. (2021) ya habían sugerido estas tensiones, pero trabajos recientes lo confirman con mayor precisión. Por ejemplo, Al Dehaybes et al. (2025) demostraron que muchos estudiantes confían excesivamente en sus respuestas sin verificar su coherencia, lo que evidencia debilidades tanto en razonamiento lógico como en habilidades de autocontrol cognitivo.

En el campo de la metacognición, el panorama tampoco es alentador. Dennis & Somerville (2023) señalan que la mayoría de los estudiantes de física no planifica adecuadamente sus estrategias de estudio, no evalúa sus errores con criterios claros y, cuando se enfrenta a dificultades, tienden a atribuirlos a “no ser buenos para la Física” en lugar de analizar su propio proceso. Esta falta de reflexión metacognitiva limita el proceso académico y la autonomía en el aprendizaje, dos habilidades que son esenciales para el éxito en entornos universitarios y profesionales (Sapulete et al., 2024a).

A ello debe añadirse un elemento estructural: la heterogeneidad de los grupos. En América Latina, en particular, los cursos universitarios suelen reunir estudiantes con trayectorias educativas diversas. Algunos llegan con bases sólidas en matemáticas y ciencias, mientras que otros arrastran vacíos en álgebra, geometría o en su comprensión de conceptos básicos. Santelices & Celis (2022) destacan que esta variabilidad inicial influye directamente en el ritmo y la profundidad del aprendizaje de la Física en los primeros semestres. Para los docentes, este escenario implica un reto enorme: planificar clases que sean comprensibles y retadoras para estudiantes en extremos opuestos del espectro de preparación.

Desde la perspectiva institucional, la problemática se ve reforzada por estructuras curriculares rígidas, altas cargas docentes y limitaciones en la formación pedagógica del profesorado universitario. Aunque muchos docentes dominan la disciplina, no siempre cuentan con herramientas didácticas avanzadas para guiar procesos de aprendizaje complejos. Jesus & Nardi (2019) señalan que, en varias universidades latinoamericanas, la formación docente se concentra en contenidos disciplinares, relegando la didáctica de las ciencias a un segundo plano, lo que dificulta la implementación de estrategias activas y limita el desarrollo de prácticas que promuevan el pensamiento crítico.

Este conjunto de factores -limitaciones cognitivas, dificultades metacognitivas, enfoques pedagógicos tradicionales, heterogeneidad estudiantil y restricciones institucionales- ha generado un interés creciente por explorar enfoques alternativos que puedan responder a esta problemática de manera más eficaz. En este contexto surge la heurística como una opción prometedora para transformar la enseñanza de la Física universitaria (Iwuanyanwu, 2022; Rachmawati et al., 2024).

1.4 Enfoque heurístico como alternativa didáctica

En los últimos años, el enfoque heurístico ha ganado fuerza porque ofrece una alternativa distinta al aprendizaje memorístico. La esencia de la heurística -explorar, analizar, representar, comparar, revisar- conecta de manera directa con la forma en que los expertos realmente resuelven problemas científicos. Polya ya lo había planteado hace décadas, pero investigaciones recientes lo han trasladado al campo de la didáctica de la Física con una mirada mucho más refinada. Sapulete et al. (2024) señalan que las estrategias heurísticas permiten que los estudiantes afronten los problemas como investigadores en formación: identifican lo que saben, reconocen lo que les falta, formulan conjeturas y evalúan sus resultados. Este tipo de prácticas no solo favorece el aprendizaje conceptual, sino que fortalece la autonomía cognitiva, una capacidad clave para desenvolverse en entornos académicos complejos (Georgina Elizabeth Soledispa Chico & Parra Romero, 2024).

En varias experiencias educativas, la heurística se ha asociado con mejoras concretas en la comprensión conceptual, especialmente en temas que tradicionalmente presentan altos índices de dificultad, como dinámica, energías, circuitos eléctricos o campos magnéticos. Muñoz & Hernández (2024) documentaron que, cuando los estudiantes utilizan diagramas heurísticos, análisis cualitativos previos y comparaciones entre casos análogos, la probabilidad de contener errores conceptuales disminuye de forma notable. Esto se atribuye a que la heurística obliga al estudiante a justificar sus decisiones, a cuestionar las inferencias rápidas y a detenerse para analizar los supuestos que utiliza en la resolución de un problema (Mihret et al., 2023; Twahirwa & Ntivuguruzwa, 2024).

Otro elemento interesante es que la heurística favorece la construcción de modelos mentales coherentes. Cuando los estudiantes se ven obligados a descomponer una situación física en partes, a representarla de distintos modos o a explicarla oralmente antes de resolver ecuaciones, activan procesos más profundos que aquellos que intervienen en la repetición mecánica de ejercicios. Este tipo de prácticas ayuda a conectar saberes que, en apariencia, están dispersos, pero que forman parte de estructuras conceptuales más amplias. En consecuencia, el aprendizaje se vuelve más estable y transferible (Amiruddin et al., 2024).

Pero quizá el aporte más significativo de la heurística está en su potencial metacognitivo. Zohar A. & S. (2015) destacan que cuando los estudiantes adoptan estrategias heurísticas, desarrollan un tipo de vigilancia cognitiva que les permite detectar inconsistencias, evaluar sus respuestas, corregir errores y ajustar su estrategia. Este monitoreo permanente del propio pensamiento es esencial para el aprendizaje autónomo, especialmente donde una comprensión incorrecta de un concepto puede propagarse y bloquear el entendimiento de temas más avanzados. Mota et al. (2019) añaden que la incorporación de actividades metacognitivas en la enseñanza de la Física, como el análisis reflexivo en tareas o discusiones en equipo, potencia la autorregulación y mejora la resolución de problemas complejos. La heurística, en este sentido, opera como un puente entre el razonamiento científico y la autorregulación del aprendizaje.

1.5 Vacíos de investigación y necesidad de revisión sistemática

A pesar de estos avances, la literatura reciente también deja en evidencia ciertos vacíos. Como señala Bao & Koenig (2019), gran parte de los estudios se encuentra en contextos con características institucionales específicas: grupos pequeños, recursos tecnológicos amplios, profesorado con formación avanzada en didáctica de la Física y condiciones que facilitan la experimentación pedagógica. Esto significa que los resultados, aunque positivos, no necesariamente se pueden extrapolar de manera directa a realidades más complejas, como las de muchas universidades latinoamericanas. Flores & Sánchez (2024) advierten que en estas instituciones la implementación de enfoques innovadores suele enfrentar limitaciones estructurales, como disponibilidad de tiempo, carga académica del profesorado o insuficiencia de equipamiento.

Otro vacío importante tiene que ver con la falta de estudios longitudinales. La mayoría de las investigaciones analizan intervenciones cortas, implementadas durante algunas semanas o en un solo semestre. Esto dificulta determinar si los beneficios de la heurística se sostienen en el tiempo o si sus efectos se diluyen cuando los estudiantes avanzan a cursos superiores. Investigadores insisten en la importancia de evaluar la estabilidad del aprendizaje conceptual, puesto que muchas dificultades emergen no al inicio, sino en cursos de física avanzada, donde se pone a prueba la capacidad del estudiante para conectar ideas y para usar lo aprendido en contextos nuevos (Doyan et al., 2024b; Siswanto et al., 2025).

También se observa una escasez de instrumentos válidos y confiables para evaluar procesos metacognitivos en estudiantes de Física. Aunque existen cuestionarios generales sobre metacognición, no todos están adaptados a los desafíos específicos del razonamiento científico. Barnabas & Emaikwu (2023) señalan que medir la metacognición en Física requiere herramientas que capturen no solo la planificación y el monitoreo, sino también la evaluación de la coherencia física de las soluciones y la capacidad para identificar supuestos incorrectos. La ausencia de instrumentos especializados dificulta comparar resultados entre estudios y limita la construcción de evidencia sólida (Kurniaty et al., 2025).

En América Latina, la situación es todavía más compleja. La literatura muestra que hay pocas investigaciones temáticas sobre heurística aplicada a la enseñanza de la Física en este contexto. Pedraja-Rejas et al. (2023) argumentan que, aunque hay esfuerzos por introducir enfoques innovadores, las investigaciones tienden a centrarse en experiencias aisladas, sin continuidad o sin análisis suficiente de impacto. Esta falta de sistematización contribuye a que los docentes tengan dificultades para escoger estrategias que realmente funcionen en sus aulas y para justificar, ante las instituciones, la necesidad de cambios metodológicos.

Todo lo anterior refuerza la idea de que es necesario realizar una revisión sistemática rigurosa que permita identificar patrones, contrastar resultados, reconocer enfoques comunes y detectar las brechas que aún no han sido atendidas. La revisión sistemática, a diferencia de una revisión narrativa, no se delimita a describir lo que se ha investigado; su propósito es ordenar y analizar críticamente los hallazgos, evaluando la calidad metodológica de los estudios y estableciendo conexiones que permitan comprender el estado actual del campo (Snyder, 2019). En este sentido, es la herramienta adecuada para un tema con tanta diversidad de enfoques como la heurística en enseñanza de la Física.

1.6 Preguntas de investigación

Comprender cómo se han implementado las estrategias heurísticas, que efectos han tenido, qué métodos se han utilizado para evaluarlas y qué elementos aún necesitan estudiarse hoy es fundamental para futuras decisiones pedagógicas e institucionales. Las universidades necesitan evidencias claras y sintetizadas para justificar transformaciones curriculares y prácticas docentes innovadoras. La toma de decisiones en educación superior

debe fundamentarse en investigación sólida, no en intuiciones ni en modas metodológicas, y una revisión sistemática contribuye a este propósito (Kassie et al., 2025; Snyder, 2019).

En este marco, las preguntas de investigación que orientan este estudio son las siguientes:

1. ¿Qué estrategias heurísticas se han empleado en la enseñanza de la Física en los últimos cinco años?
2. ¿Qué efectos tienen en el razonamiento, la comprensión conceptual y la resolución de problemas?
3. ¿Cómo influyen en la metacognición y la autorregulación del aprendizaje?
4. ¿Qué enfoques heurísticos han demostrado ser más efectivos según diferentes contextos educativos?
5. ¿Qué vacíos persisten en la literatura reciente y hacia dónde podría avanzar la investigación?

Responder estas preguntas implica no solo revisar lo que se ha hecho, sino analizar con cuidado qué funciona realmente, en qué condiciones y con qué limitaciones. A partir de ello se deriva el objetivo general de la investigación:

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1 Objetivo general

Explorar de manera sistemática los elementos conceptuales y procedimentales de la heurística aplicados a la enseñanza de la Física, evaluando su impacto en competencias cognitivas y metacognitivas en educación superior.

1.7.2 Objetivos específicos

1. Identificar los fundamentos conceptuales y el desarrollo reciente de la heurística como estrategia didáctica.
2. Analizar las intervenciones heurísticas descritas en la literatura y sus procedimientos centrales.
3. Evaluar efectos en habilidades cognitivas (razonamiento, modelación, transferencia) y metacognitivas.
4. Comparar enfoques según su nivel de efectividad.

5. Señalar brechas de investigación y proponer líneas de estudio futuro.

1.8 Justificación, pertinencia y relevancia del estudio

La pertinencia científica del estudio radica en ofrecer una mirada actualizada y crítica sobre un enfoque que, aunque no es nuevo, ha adquirido relevancia para enfrentar los retos educativos del siglo XXI. Su relevancia práctica se orienta a aportar criterios para mejorar la enseñanza de la Física, fortalecer la formación docente y ofrecer alternativas pedagógicas que permitan a los estudiantes aprender con mayor autonomía y profundidad. Finalmente, su importancia institucional y social se relaciona con la necesidad de formar profesionales capaces de razonar con claridad, trabajar con incertidumbre y enfrentar problemas complejos, cualidades cada vez más necesarias en contextos científico-tecnológicos dinámicos (OCDE, 2022; World Economic Forum, 2023).

El cambio de paradigma educativo implica repensar la manera en que se concibe el aprendizaje de la Física. No se trata únicamente de actualizar los contenidos o incorporar recursos digitales, sino de transformar la lógica interna de la clase. Según Ausubel (2002) y Docktor & Mestre (2014), el aprendizaje significativo en ciencias emerge cuando los estudiantes desarrollan flexibilidad cognitiva y la capacidad de reconocer patrones conceptuales en situaciones diversas. En este sentido, la heurística se alinea de manera natural con estas demandas, pues invita a los estudiantes a mirar más allá de la fórmula y a preguntarse qué fenómeno se esconde detrás de cada ecuación. Esta transición desde un aprendizaje reproductivo hacia uno reflexivo es particularmente importante en contextos donde las dificultades previas del estudiantado son altas, como ocurre en muchas universidades latinoamericanas.

Otro aspecto esencial para justificar el estudio tiene que ver con la formación del profesorado. Aunque muchos docentes poseen un dominio sólido de los contenidos disciplinares, no siempre cuenta con preparación pedagógica actualizada en estrategias cognitivas y metacognitivas. Asy'ari et al. (2023) señalan que en varios programas universitarios de ciencias y tecnologías la didáctica específica de la Física suele ser un componente marginal en la formación docente. De manera similar, V et al. (2025) evidencian que las intervenciones metacognitivas mejoran las competencias didácticas y cognitivas de los profesores de física en formación. Esto genera un desfase entre lo que la

investigación educativa recomienda y lo que realmente sucede en las aulas. La heurística, al ofrecer un marco flexible pero estructurado, puede convertirse en una herramienta valiosa para fortalecer la práctica docente, siempre que se conozcan sus fundamentos y se comprenda cómo ha sido implementada en estudios previos.

Las instituciones educativas también enfrentan presiones externas que hacen urgente revisar la manera en que se enseña la Física. La industria tecnológica, los sectores energéticos, las telecomunicaciones, la ingeniería civil, la biotecnología y muchas otras áreas profesionales demandan graduados capaces de interpretar datos, justificar decisiones y adaptarse a necesidades cambiantes (World Economic Forum, 2023). Estas habilidades están profundamente ligadas a la capacidad de razonar físicamente y de evaluar críticamente los propios procesos de pensamiento, competencias que pueden fortalecerse mediante estrategias heurísticas bien implementadas. Por esta razón, analizar el impacto de la heurística no solo contribuye al ámbito académico, sino también a la calidad de los futuros profesionales.

Un elemento adicional que refuerza la pertinencia de este estudio es la creciente brecha entre las expectativas del currículo y la realidad del aula. En muchos programas universitarios, se supone que los estudiantes dominarán ciertas competencias cognitivas al avanzar en la carrera. Sin embargo, investigaciones como la de McPadden & Brewe (2017) muestran que, sin intervenciones adecuadas, las concesiones alternativas y los errores persistentes se arrastran incluso hasta cursos avanzados. Esta pertinencia de dificultades conceptuales indica que no basta con “cubrir” contenidos; es necesario trabajar en profundidad los procesos de razonamiento que permiten al estudiante interpretar, modelar y explicar fenómenos. De nuevo, la heurística aparece como una oportunidad para abordar estas tensiones de manera más eficaz.

Desde una perspectiva investigativa, el estudio se justifica porque permite ordenar un campo en rápido crecimiento. En los últimos cinco años se ha producido un aumento significativo en la cantidad de investigaciones sobre estrategias heurísticas en Física, pero la información se encuentra dispersa, con metodologías muy diversas y con resultados que, aunque prometedores, no siempre son directamente comparables. Snyder (2019) sostiene que en campos emergentes es indispensable realizar revisiones sistemáticas que ayuden a sintetizar el conocimiento disponible y a clarificar qué se sabe, qué falta por saber y cuáles

son las tendencias más relevantes. Este trabajo aspira precisamente a realizar esa síntesis rigurosa, colocando orden en un panorama amplio y heterogéneo.

En esta dirección, la justificación científica de este estudio se sustenta en la necesidad de integrar los avances recientes sobre heurística, evaluando de manera crítica los fundamentos conceptuales, las aplicaciones prácticas y los resultados reportados. Analizar cómo se está utilizando la heurística en la enseñanza de la Física no es ejercicio teórico aislado; responde a una necesidad concreta de comprender qué prácticas promueven un aprendizaje profundo y qué condiciones son necesarias para implementarlas con éxito. Asimismo, contribuye al campo de la didáctica de la Física desde una perspectiva actualizada, ofreciendo un marco de referencia que puede orientar futuras investigaciones y experiencias pedagógicas.

La relevancia práctica del estudio radica en que sus resultados pueden brindar insumos concretos para mejorar la enseñanza universitaria. Una revisión sistemática bien realizada puede ayudar a los docentes a seleccionar estrategias basadas en evidencia, a comprender cómo aplicarlas en su contexto y a anticipar las dificultades que podrían enfrentar (Snyder, 2019; Valencia, 2025). También aporta a la formación docente continua, ofreciendo un panorama claro sobre enfoques que han demostrado efectividad. Para las instituciones, la investigación puede ser de apoyo en la toma de decisiones curriculares, en la planificación de programas de capacitación y en el diseño de políticas educativas orientadas a mejorar el rendimiento académico y la permanencia estudiantil (World Economic Forum, 2023).

Finalmente, la importancia social del estudio se vincula con la necesidad de formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos del presente y del futuro. En un mundo marcado por la incertidumbre, la complejidad y el cambio acelerado, la capacidad de analizar, razonar, cuestionar y aprender de manera autónoma se vuelve indispensable (World Economic Forum, 2023). La Física, por su naturaleza, puede ser un espacio privilegiado para desarrollar estas competencias, siempre que se enseñe desde metodologías que favorezca el pensamiento crítico y la autorregulación. Por ello, comprender el lugar que ocupa la heurística en este proceso es esencial para una formación científica de calidad.

En conjunto, todos estos elementos -las dificultades persistentes en el aprendizaje, las demandas cognitivas y metacognitivas del siglo XXI, los aportes de la heurística, los vacíos en la literatura y las necesidades institucionales- fundamentan la pertinencia, relevancia e importancia del presente estudio. Las preguntas de investigación y los objetivos planteados se alinean de manera coherente con estas necesidades, estableciendo un marco claro para la revisión sistemática que se desarrollará en los capítulos posteriores.

Es importante destacar que el problema planteado no se limita a identificar qué estrategias heurísticas existen, sino que apunta a comprender cómo se articulan con la enseñanza de la Física, qué efectos generan y qué posibilidades abren para transformar el aprendizaje en las aulas universitarias.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Durante las últimas décadas, la enseñanza de la Física en educación superior se ha convertido en un campo ampliamente estudiado, especialmente debido a la persistencia de dificultades conceptuales en los estudiantes. Investigaciones de reconocidos especialistas han mostrado que, aunque muchos estudiantes pueden resolver ejercicios de forma algorítmica, no siempre logran explicar por qué un principio físico es aplicable o cómo interpretar un resultado en un contexto diferente. Etkina et al. (2020), por ejemplo, encontraron que incluso después de diversas intervenciones didácticas, la comprensión conceptual seguía siendo débil en una parte considerable del estudiantado, algo que también han señalado Meltzer & Thornton (2012) desde una perspectiva experimental.

En esta misma línea, estudios más recientes evidencian que estas dificultades no se limitan a instituciones con bajos indicadores académicos. Mason & Singh (2010) demostraron que incluso estudiantes con alto rendimiento presentan problemas cuando se les pide justificar procedimientos o resolver problemas no rutinarios, lo cual confirma la brecha entre saber hacer y saber entender. Esta brecha conceptual afecta directamente la capacidad de transparencia, uno de los indicadores más importantes de aprendizaje profundo.

En América Latina, esta problemática adquiere matices particulares. La heterogeneidad en la formación previa de los estudiantes constituye un desafío frecuente para los docentes. Tal como señalan Almea Zambrano et al. (2025), muchos estudiantes ingresan con vacíos significativos en matemática básica, razonamiento proporcional y análisis gráfico, lo cual impacta en su desempeño en asignaturas de Física. Esto se suma a un modelo de enseñanza que, en muchos casos, continúa centrado en la exposición magistral, lo que dificulta la participación activa y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores (Bohórquez Guevara, 2024).

Otro antecedente relevante proviene de investigadores sobre metacognición. Zohar A. & S. (2015) muestran que la falta de habilidades de autorregulación es una de las razones por las que los estudiantes de Física presentan dificultades para identificar y corregir

errores. En estudios más actuales, Hsu et al. (2004) encontraron que muchos alumnos confían excesivamente en sus respuestas, incluso cuando contienen fallas conceptuales evidentes, lo que revela escaso monitoreo cognitivo y una limitada conciencia de los propios procesos de pensamiento.

En conclusión, la literatura reciente también ha destacado el potencial de la heurística para mejorar la comprensión conceptual. Si bien sus raíces se encuentran en la obra clásica de Polya (2014), las investigaciones modernas han retomado sus ideas para aplicarlas en contextos universitarios. En una revisión de estrategias heurísticas en ciencias, Rotgans & Schmidt (2011) destacan que éstas promueven la exploración activa del problema, el análisis cualitativo y la generación de explicaciones propias, elementos fundamentales para el aprendizaje profundo y transferible.

Estos antecedentes ponen en evidencia un escenario complejo pero fértil para la investigación: dificultades persistentes, demandas cognitivas crecientes, modelos pedagógicos en transición y un interés renovado por estrategias que fortalezcan el razonamiento y la autonomía del estudiante.

A continuación, se exponen cinco investigaciones previas relacionadas directa o indirectamente con el tema de investigación.

2.1.1 Investigación 1

Autores: Musengimana, T.; Yadav, L. L.; Uwamahoro, J.; Nizeyimana, G.

Ciudad, País: Ruanda, India.

Revista: Discover Education.

Año: 2025

Título: Instructional strategies for enhancing students' problem-solving skills in physics: A systematic review.

Objetivo general: Identificar, mediante una revisión sistemática, las estrategias instruccionales que han demostrado mayor efectividad para mejorar las habilidades de resolución de problemas en Física en distintos niveles educativos y contextos socioculturales.

Aspecto metodológico:

El estudio desarrollado por Musengimana et al. (2025b) adoptó una revisión sistemática basada en el estándar internacional PRISMA 2020, lo cual permitió garantizar un proceso de búsqueda, selección, evaluación y síntesis de la evidencia con altos niveles de transparencia y rigor metodológico. Para la fase de identificación, los autores realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos especializadas en educación científica, entre ellas Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink y ScienceDirect, además de repositorios institucionales y literatura gris. Se utilizó una combinación de descriptores controlados y palabras claves relacionadas con la enseñanza de la Física y las estrategias de resolución de problemas (physics problem solving, heuristic strategies, multiple representations, guided inquiry, qualitative reasoning approaches), aplicando operadores booleanos y filtros de fecha para recuperar únicamente estudios publicados entre 2003 y 2023.

Tras eliminar duplicados, los investigadores procedieron al tamizaje de títulos y resúmenes, seguido de una revisión a texto completo para determinar la pertinencia de cada artículo según criterios previamente establecidos. Entre los criterios de inclusión se consideraron: (a) que los estudios fueran empíricos; (b) que evaluaran explícitamente estrategias de enseñanza para la resolución de problemas en Física; (c) que reportaran datos cuantitativos o cualitativos sobre su desempeño, razonamiento conceptual o procesos cognitivos/metacognitivos; y (d) que estuvieran escritos en inglés o francés. Los criterios de exclusión contemplaron investigaciones puramente teóricas, intervenciones no relacionadas con la resolución de problemas y estudios sin información metodológica suficiente.

Por último, se seleccionaron 118 estudios, los cuales fueron codificados y organizados en función del tipo de estrategia instruccional implementada:

- (1) heurísticas generales para resolución de problemas (basadas en Polya, análisis cualitativo previo, descomposición de tareas),
- (2) representaciones múltiples (diagramas vectoriales, gráficos, modelos conceptuales),
- (3) indagación guiada y enfoques basados en investigación, y
- (4) razonamiento cualitativo y comparación entre casos análogos.

Para garantizar la integridad metodológica, los autores aplicaron una matriz de evaluación de calidad inspirada en los lineamientos de Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), analizando aspectos como validez del diseño, claridad en los procedimientos, confiabilidad de los instrumentos y consistencia entre resultados y conclusiones. Este proceso permitió ponderar la fortaleza de la evidencia y descartar estudios con falencias graves.

La síntesis de resultados se desarrolló mediante una síntesis narrativa complementada con técnicas de categorización temática, lo que permitió identificar patrones recurrentes, contrastar enfoques y agrupar evidencias según el tipo de estrategia. Aunque no se realizó metaanálisis debido a la heterogeneidad de instrumentos y diseños, el análisis cualitativo profundo permitió reconocer tendencias sólidas y lagunas persistentes en la literatura, especialmente en relación con el impacto de la heurística en el razonamiento conceptual y la metacognición.

Principales conclusiones:

- Las estrategias heurísticas y las representaciones múltiples muestran los mayores efectos en la resolución de problemas.
- La instrucción centrada en el estudiante y el análisis cualitativo previo aumentan la transferencia del aprendizaje.
- La mayoría de las investigaciones recientes coincide en que los estudiantes necesitan estructuras claras para descomponer problemas complejos.

Aportes a la propuesta investigativa:

Ofrece la base para justificar la pertinencia de estudiar la heurística como estrategia clave en la enseñanza de la Física universitaria y evidencia que existe un aumento significativo de estudios, pero aún falta sistematización en contextos latinoamericanos.

2.1.2 Investigación 2

Autor: Toro, S.

Ciudad, País: Arlington, Estados Unidos.

Revista: Journal of College Science Teaching.

Año: 2022

Título: Self-Regulated Learning Strategies for the Introductory Physics Course.

Objetivo general: Explorar el impacto de un conjunto de estrategias de aprendizaje autorregulado (planificación, monitoreo, autoevaluación) en el rendimiento y permanencia de estudiantes de Física de primer año, especialmente aquellos de primera generación universitaria.

Aspecto metodológico:

El estudio desarrollado por Toro (2022) empleó un diseño cuasi experimental con grupos no equivalentes, metodología ampliamente utilizada en investigaciones educativas donde no es posible asignar a los estudiantes de manera aleatoria. La intervención se implementó en cursos introductorios de Física universitaria pertenecientes a una institución de educación superior en Estados Unidos, en los cuales se buscaba analizar el efecto de estrategias de aprendizaje autorregulado sobre el rendimiento académico y la permanencia estudiantil.

La intervención consistió en la incorporación sistemática de guías metacognitivas, diarios de estudio estructurados, actividades de autoevaluación formativa y protocolos de reflexión posterior a cada unidad, integrados como parte del curso regular de Física. Las guías metacognitivas estaban diseñadas para orientar a los estudiantes en tres fases clave: planificación (anticipación de dificultades, establecimiento de metas y selección de estrategia), monitoreo (seguimiento del avance, verificación de coherencia conceptual y auto explicaciones durante la resolución de problemas) y evaluación (identificación de errores, análisis de causas y reajuste de estrategias). Estas guías se complementaron con diarios de estudio, donde los estudiantes registraban sus decisiones, dudas, estrategias utilizadas y grado de comprensión percibida.

Para evaluar la efectividad de la intervención, el autor utilizó un conjunto de instrumentos mixtos. En primer lugar, se aplicaron pruebas de rendimiento conceptual y de resolución de problemas, diseñadas específicamente para medir cambios en la comprensión y en la capacidad de aplicar principios físicos en situaciones nuevas. En segundo lugar, se emplearon cuestionarios de estrategias de estudio y autorregulación,

basados en instrumentos validados como el Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), adaptados al contexto del curso. Además, se analizaron indicadores institucionales como tasas de aprobación, tasa de abandono promedios, lo que permitió vincular la autorregulación con la permanencia académica.

El procedimiento incluyó mediciones pretest y posttest, permitiendo comparar el desempeño del grupo experimental -que recibió la intervención- con el de un grupo control que continuó con metodologías tradicionales. Asimismo, se realizó un seguimiento cualitativo mediante entrevistas semiestructuradas con una muestra de estudiantes, a fin explorar sus percepciones sobre de estrategias metacognitivas y los cambios en sus hábitos de estudio.

El análisis combinó estadística descriptiva, pruebas de comparación medias (t de Student y ANOVA) y análisis temático cualitativo para la información derivada de los diarios y entrevistas. Este enfoque mixto permitió triangulación metodológica, aumentando la confiabilidad de los resultados. Finalmente, el estudio evaluó cómo estas estrategias incidieron no solo en el rendimiento inmediato, sino también en la reducción de la deserción temprana, un problema recurrente en cursos de Física universitaria.

Principales conclusiones

- Los estudiantes que integraron estrategias de autorregulación mejoraron significativamente su rendimiento.
- Aumentó la capacidad de identificar errores y ajustar procedimientos de resolución de problemas.
- La autorregulación mostró ser un predictor del éxito en cursos de Física.

Aportes a la propuesta investigativa:

Este antecedente refuerza la relevancia de la metacognición dentro de la heurística y muestra que la autorregulación es un elemento clave para superar dificultades en Física.

2.1.3 Investigación 3

Autor: Abeden, N. A. M.; Moi, S. N.

Ciudad, País: Labuan, Malasia.

Revista: Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities.

Año: 2022

Título: Student's critical thinking skills and physics problem-solving skills.

Objetivo general: Analizar la relación entre el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en Física en estudiantes de instituciones secundarias.

Aspecto metodológico:

El estudio realizado por Mohd Abeden & Siew (2022) siguió un diseño cuantitativo de tipo correlacional, cuyo propósito fue determinar la relación entre el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en Física en estudiantes de educación secundaria en Labuan, Malasia. Este tipo de diseño resulta apropiado cuando se busca analizar la asociación entre variables sin manipulación directa de tratamientos o intervenciones, permitiendo comprender cómo se vinculan ciertos procesos cognitivos dentro del aprendizaje científico.

La muestra estuvo conformada por estudiantes de distintos niveles de secundaria que cruzaban Física como parte de su plan de estudios. Para recopilar los datos, los autores aplicaron instrumentos estandarizados y validados internacionalmente. En primer lugar, utilizaron un cuestionario de pensamiento crítico, basado en escalas adaptadas de los marcos conceptuales de Ennis y Facione, que evalúan componentes como inferencia, interpretación, análisis, explicación y autorregulación. En segundo lugar, administraron una prueba de resolución de problemas de Física, diseñada específicamente para medir habilidades como la identificación de principios relevantes, el establecimiento de relaciones entre variables, el uso de representaciones múltiples y la coherencia lógica en la solución.

Ambos instrumentos fueron sometidos a validación por juicio de expertos, incluyendo docentes de Física y especialistas en psicometría educativa, garantizando su pertinencia para el contexto malasio. Asimismo, los autores realizaron una prueba piloto para verificar la claridad de los ítems y calcular índices de confiabilidad interna mediante el coeficiente Cronbach α , que alcanzó valores satisfactorios para ambas escalas.

Los datos fueron analizados mediante estadística inferencial, empleando coeficientes de correlación de Pearson para determinar el grado y la dirección de la

relación entre pensamiento crítico y resolución de problema. Adicionalmente, se utilizaron análisis de regresión lineal para explorar el poder predictivo del pensamiento crítico sobre el desempeño en problemas de Física. La estadística descriptiva complementó el análisis a través de medidas de tendencia central y la dispersión, permitiendo caracterizar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes y su desempeño general en la asignatura.

El estudio también incorporó un análisis diferencial entre subgrupos (por ejemplo, grado escolar o género), con el fin de explorar si la relación entre pensamiento crítico y resolución de problemas se mantenía constante bajo diferentes condiciones. Este procedimiento permitió identificar patrones consistentes y variaciones significativas entre grupos, fortaleciendo la interpretación de los resultados.

Finalmente, el carácter correlacional del estudio proporcionó evidencia empírica clara sobre la interdependencia entre los procesos de pensamiento crítico y la eficacia en la resolución de problemas físicos, confirmando que las habilidades superiores de razonamiento influyen de manera significativa en la comprensión conceptual y en el desempeño en tareas analíticas complejas.

Principales conclusiones:

- Existe correlación positiva entre pensamiento crítico y resolución de problemas.
- El razonamiento conceptual es un medidor importante entre ambas dimensiones.
- Los estudiantes con mayor pensamiento crítico seleccionan estrategias más eficaces.

Aportes a la propuesta investigativa:

Aporta evidencia empírica sólida sobre la necesidad de integrar habilidades cognitivas superiores en el proceso de resolución de problemas, lo cual se alinea con la función de la heurística.

2.1.4 Investigación 4

Autor: Dulger, Z., Ogan-Bekiroglu, F.

Ciudad, País: Estambul, Turquía.

Revista: International Journal Research in Education and Science (IJRES).

Año: 2024

Título: Examination of the Relationship between Metacognitive Awareness and Problem-Solving Strategies.

Objetivo general: Examinar la relación entre el nivel de conciencia metacognitiva de los estudiantes de Física y las estrategias de resolución de problemas que ponen en juego al enfrentarse a situaciones de Física en el aula.

Aspecto metodológico:

El estudio desarrollado por Dulger & Ogan-Bekiroglu (2024) adoptó un diseño correlacional con enfoque mixto, combinando recolección de datos cuantitativos y cualitativos para analizar cómo la metacognición se vincula con las estrategias de resolución de problemas en Física. La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes de 11º grado de una institución secundaria turca, quienes cursaban Física como parte de su formación científica.

Desde el punto de vista teórico, la investigación se apoyó en el marco de las etapas de resolución de problemas de Polya y en la teoría de conciencia metacognitiva de Schraw y Dennison, lo que permitió articular dimensiones de conocimiento y regulación metacognitiva con fases específicas del proceso de resolución (comprender el problema, planificar, ejecutar y reflexionar).

En la fase cuantitativa, se utilizaron dos instrumentos principales: el Metacognitive Awareness Inventory (MAI), para evaluar niveles de conciencia metacognitiva (conocimiento y regulación), y una prueba de resolución de problemas de Física centrada en situaciones que requerían análisis conceptual y aplicación de estrategias estructuradas. A partir de estos datos, se calcularon estadísticos descriptivos y coeficientes de correlación para determinar el grado de asociación entre las distintas dimensiones de la metacognición y las estrategias de resolución de problemas.

La dimensión cualitativa se complementó con el análisis de los procedimientos de resolución utilizados por los estudiantes, poniendo especial atención en la forma en que

describían sus pasos, justificaban sus decisiones y revisaban sus soluciones. Esta triangulación permitió relacionar los puntajes del MAI con patrones concretos de actuación durante las tareas de Física, ofreciendo una mirada más profunda sobre cómo la metacognición se manifiesta en la práctica.

Principales conclusiones:

- Los estudiantes muestran, en general, niveles altos de conciencia metacognitiva, pero sus estrategias de resolución de problemas en Física no siempre alcanzan el mismo nivel de sofisticación.
- Se encontró una relación significativa entre metacognición y estrategias de resolución de problemas: quienes evidencian mayor conciencia metacognitiva tienden a utilizar procedimientos más estructurados y a revisar con mayor cuidado sus resultados.
- Las dimensiones de conocimiento procedimental y monitoreo de la metacognición resultaron especialmente relevantes, al asociarse de forma directa con las fases de reflexión y verificación dentro del proceso de resolución de problemas.
- La etapa de “mirar hacia atrás” o reflexión final fue la más sensible a los niveles de conciencia metacognitiva, lo que sugiere que la capacidad de revisar y evaluar la solución depende en gran medida de estos procesos de autorregulación.

Aportes a la propuesta investigativa:

Este trabajo ayuda a sostener que la metacognición no es un “extra”, sino una parte central de las estrategias heurísticas, y que los mejores resultados se logran cuando el estudiantado combina comprensión conceptual, uso de procedimientos heurísticos y una revisión consciente de cómo está resolviendo los problemas.

2.1.5 Investigación 5

Autor: Malawau, S.

Ciudad, País: Mataram, Indonesia.

Revista: Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA).

Año: 2023

Título: Analysis on Students' Metacognition Skills in Solving Static Fluid Problems.

Objetivo general: Analizar las habilidades metacognitivas empleadas por estudiantes al resolver problemas de fluidos estáticos, identificando las fases (planificación, monitoreo y evaluación) con mayores dificultades.

Aspecto metodológico:

El estudio llevado a cabo por Malawau (2023) utilizó un enfoque descriptivo-interpretativo, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas con el fin de analizar las habilidades metacognitivas que los estudiantes de educación secundaria ponen en juego al resolver problemas de estática de fluidos. Esta área específica de la Física fue escogida debido a su complejidad conceptual, que exige al estudiante no solo comprender principios como presión, densidad o equilibrio hidrostático, sino también articular representaciones abstractas y aplicar razonamiento físico coherente en situaciones contextualizadas.

Para la recolección de información, los autores emplearon dos técnicas principales. En primer lugar, aplicaron protocolos de “pensar en voz alta” (think-aloud protocols), una técnica ampliamente utilizada en investigación cognitiva. Durante esta etapa, los estudiantes resolvían problemas de fluidos mientras verbalizaban sus pensamientos, decisiones, dudas y procesos de verificación. Este procedimiento permitió acceder directamente a los mecanismos internos de razonamiento y a los momentos en los que los estudiantes activaban (o no activaban) estrategias metacognitivas como monitoreo, evaluación o revisión de sus decisiones.

En segundo lugar, se administró un cuestionario metacognitivo estructurado, adaptado de instrumentos internacionales como el Metacognitive Awareness Inventory (MAI), centrado en evaluar dimensiones específicas: planificación, monitoreo, evaluación y regulación de estrategias. El cuestionario incluyó ítems tipo Likert que permitieron obtener datos cuantitativos sobre el nivel de autoconciencia metacognitiva de los participantes.

La aplicación combinada de ambas técnicas ofreció un panorama más completo, pues los datos cuantitativos permitieron describir tendencias generales en las habilidades

metacognitivas, mientras que los datos cualitativos revelaron matices de la manera en que los estudiantes razonaban en tiempo real. Para garantizar la validez de los instrumentos, el autor realizó revisiones por expertos en didáctica de la Física y Psicología educativa, así como una prueba piloto que permitió ajustar la redacción de ítems y verificar la consistencia interna mediante el coeficiente Cronbach α .

El análisis cuantitativo se realizó mediante estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar) y pruebas de comparación para identificar diferencias entre grupos de estudiantes con distintos niveles de desempeño académico. El análisis cualitativo, por su parte, siguió un proceso de codificación abierta y axial, identificando patrones en el discurso de los estudiantes, tales como: identificación explícita de principios físicos, formulación de supuestos, monitoreo de coherencia física, evaluación de resultados numéricos y reformulación de estrategias ante errores detectados.

Finalmente, el autor integró ambos tipos de datos a través de una triangulación metodológica, lo que permitió identificar coincidencias y discrepancias entre lo que los estudiantes declaraban saber y lo que realmente hacían al resolver un problema. Esta convergencia reforzó la conclusión de que, aunque los estudiantes poseen nociones teóricas básicas sobre fluidos, sus habilidades para planificar estrategias, monitorear decisiones y evaluar coherencia física son limitadas, lo que afecta directamente la calidad de sus soluciones.

Principales conclusiones:

- Los estudiantes presentan dificultades en la planificación y evaluación de estrategias.
- La mayoría no verifica la coherencia física de sus respuestas.
- Los errores conceptuales se mantienen debido a un monitoreo insuficiente.

Aportes a la propuesta investigativa:

Fortalece la necesidad de explorar estrategias heurísticas que impulsen la reflexión, la verificación y la evaluación sistemática del proceso de resolución de problemas, especialmente en temas complejos como fluidos.

2.1.6 *Síntesis crítica de los antecedentes*

Al examinar en conjunto las cinco investigaciones reseñadas, se observa un hilo conductor bastante claro: todas coinciden en que la simple transmisión de contenidos y la práctica mecánica de ejercicios no son suficientes para que el estudiantado desarrolle una comprensión profunda de la Física con estrategias sólidas de resolución de problemas. Cada estudio, desde su propio enfoque, termina señalando que el rendimiento mejora cuando se incorporan estrategias estructurales que obligan a pensar, justificar, revisar y autorregular el propio proceso de aprendizaje (Dulger & Ogan-Bekiroglu, 2024; Malawau, 2023; Mohd Abeden & Siew, 2022; Musengimana et al., 2025a; Toro, 2022).

Un primer punto común tiene que ver con el tipo de habilidades que se consideran “críticas” para aprender Física. Musengimana et al. (2025a) muestran, a partir de 118 estudios, que las estrategias más efectivas comparten un rasgo central: ayudan a descomponer problemas complejos, a representarlos de distintas maneras y a analizarlos cualitativamente antes de lanzarse a las ecuaciones. Toro (2022) llega a una conclusión cercana, pero desde el ángulo del aprendizaje autorregulado: cuando se guía al estudiantado para planificar, monitorear y evaluar su estudio, no solo sube la nota, sino que disminuye la deserción en los cursos iniciales.

Algo parecido ocurre en los trabajos de Mohd Abeden & Siew (2022), Dulger & Ogan-Bekiroglu (2024) y Malawau (2023), donde el énfasis se coloca en el pensamiento crítico y la metacognición. En todos los casos aparece la misma idea de fondo: las estrategias heurísticas funcionan mejor cuando van de la mano con habilidades cognitivas superiores y con la capacidad de vigilar lo que uno hace mientras resuelve un problema.

También hay coincidencias importantes en el plano metodológico. Ninguno de los estudios se queda en el discurso teórico: todos son empíricos y emplean diseños relativamente robustos para el tipo de preguntas que formulan. Musengimana et al. (2025a) trabajan con una revisión sistemática PRISMA que permite tener una mirada panorámica del campo. Toro (2022) opta por un diseño cuasiexperimental, que le da margen para comparar grupos con y sin intervención en autorregulación. Mohd Abeden & Siew (2022) utilizan un diseño correlacional, mientras que Dulger & Ogan-Bekiroglu (2024) combinan

datos cualitativos y cuantitativos, y Malawau (2023) recurre a protocolos de “pensar en voz alta” junto con cuestionarios metacognitivos.

Esta diversidad metodológica, aunque no permite hacer un metaanálisis estricto, sí ofrece un mosaico rico donde se triangulan encuestas, pruebas de desempeño, entrevistas y análisis de protocolos, reforzando la validez de las conclusiones generales.

Otro aspecto que une a estas investigaciones es la forma en que entienden el papel de la metacognición. Toro (2022) muestra que las estrategias de aprendizaje autorregulado son un factor de peso para explicar por qué algunos estudiantes logran sostener su desempeño y otros no. Dulger & Ogan-Bekiroglu (2024) y Malawau (2023) van un paso más allá al documentar cómo la planificación, el monitoreo y la evaluación se manifiestan en la práctica: quién revisa sus respuestas, quién detecta incoherencias físicas, quién reformula el procedimiento cuando se da cuenta de algo que no cuadra. Incluso el estudio de Mohd Abeden & Siew (2022), centrado en pensamiento crítico, coincide en que las habilidades de análisis, inferencia y explicación tienen una relación directa con la eficacia para resolver problemas de Física. Puestos en diálogo, estos trabajos refuerzan la tesis de esta investigación: la heurística no puede separarse de la metacognición; una y otra se necesitan mutuamente.

Sin embargo, cuando se analizan los antecedentes con más lupa también aparecen limitaciones y “puntos ciegos” que justifican la necesidad de la revisión sistemática propuesta en esta tesis. En términos cronológicos, la mayoría de los estudios se ubica entre 2022 y 2025, lo cual es positivo porque ofrece una visión muy actual, pero al mismo tiempo significa que muchas de las intervenciones analizadas son de corte duración y se aplican en contextos muy específicos. El trabajo de Toro (2022), por ejemplo, se circunscribe a uno o pocos cursos introductorios en una universidad de Estados Unidos; los de Mohd Abeden & Siew (2022), Dulger & Ogan-Bekiroglu (2024) y Malawau (2023) se desarrollan en educación secundaria, sin seguimiento de largo plazo ni conexión explícita con trayectorias universitarias. Esto hace que sus conclusiones, aunque valiosas, deban tomarse con cautela al trasladarlas directamente a la realidad de la educación superior.

Desde el punto de vista geográfico, también se observa un desbalance. Los estudios revisados se sitúan en Ruanda/ India, Estados Unidos, Malasia, Turquía e Indonesia. Este

mapa evidencia un interés global por el tema, pero deja prácticamente fuera a América Latina. Musengimana et al. (2025a) incorporan investigaciones de distintos contextos, pero la propia revisión señala que siguen siendo pocos los trabajos que analizan la heurística y la metacognición en instituciones con características similares a las de muchas universidades latinoamericanas. Para una tesis situada en el contexto ecuatoriano, este vacío no es menor: obliga a preguntarse hasta qué punto los resultados obtenidos en otros sistemas educativos se pueden extrapolar sin ajustes.

Otra demarcación importante tiene que ver con el tipo de relación que se establece entre variables. En los estudios correlacionales (Dulger & Ogan-Bekiroglu, 2024; Mohd Abeden & Siew, 2022) queda claro que existe asociación entre pensamiento crítico o metacognición y resolución de problemas, pero no es posible afirmar causalidad. Las intervenciones de Toro (2022) apuntan a efectos más directos, pero se concentran en un periodo relativamente breve (un curso) y no permiten saber si los aprendizajes se sostienen en el tiempo. Musengimana et al. (2025a), por su parte, documentan la efectividad de varias estrategias, pero también reconocen la heterogeneidad de diseños e instrumentos, lo que vuelve difícil comparar magnitudes de efecto entre estudios.

A pesar de estas limitaciones, los cinco antecedentes dialogan de manera coherente con el propósito de la presente tesis. Por un lado, confirman que la combinación de estrategias heurísticas, pensamiento crítico y metacognición mejora la capacidad del alumnado para enfrentarse a problemas de Física más allá de la repetición mecánica. Por otro lado, dejan claro que aún no existe una síntesis suficientemente ordenada y crítica que integre estos hallazgos recientes, especialmente desde la perspectiva de la educación superior y con sensibilidad hacia contextos como el latinoamericano. Justamente en ese vacío se sitúa esta revisión sistemática: recoger lo que se ha hecho, reconocer lo que falta y proponer un marco que permita pensar futuras intervenciones heurísticas en la enseñanza de la Física universitaria.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 La enseñanza de la Física en la educación superior

La enseñanza de la física ha sido históricamente reconocida como un desafío pedagógico debido a la naturaleza abstracta de la disciplina, la necesidad de modelación

matemática y la capacidad de relacionar diferentes representaciones. Según Bransford & Schwartz (1999), la comprensión profunda en ciencias depende del desarrollo de una “flexibilidad cognitiva” que permita al estudiante reconocer patrones, interpretar situaciones diversas y conectar ideas aparentemente aisladas.

Sin embargo, investigaciones de didáctica de la Física sugieren que la formación universitaria no siempre favorece este tipo de aprendizaje. Meltzer & Thornton (2012) mostraron que la instrucción tradicional, basada principalmente en la resolución rutinaria de ejercicios, no garantiza el desarrollo de modelos mentales coherentes. Del mismo modo, McPadden & Brewster (2017) demostraron que los estudiantes tienden a reproducir procedimientos sin analizar las relaciones conceptuales que sustentan cada paso.

La literatura contemporánea propone una transición hacia modelos centrados en el estudiante, donde la construcción activa del conocimiento, la argumentación científica el uso de representaciones múltiples ocupen un lugar central. Cheng (2025) explica que el aprendizaje conceptual requiere cambiar estructuras cognitivas profundas, y esto difícilmente ocurre cuando el estudiante permanece frente al contenido.

2.2.2 *Heurística: fundamentos, modelos y aplicaciones*

La heurística, entendida como un conjunto de procedimientos que facilitan la resolución de problemas cuando no existe un algoritmo claro, constituye uno de los aportes más influyentes de (Polya, 2014). Su planteamiento de cuatro etapas -comprender el problema, elaborar un plan, ejecutar el plan y revisar la solución- continúa siendo una base para múltiples investigadores.

Hoy se conoce que la heurística opera en tres niveles complementarios:

1. Heurística cognitiva orientada al análisis y descomposición del problema.
2. Heurística metacognitiva, centrada en la supervisión del proceso.
3. Heurística representacional, basada en el uso de diagramas, esquemas y analogías.

Diversos estudios recientes confirman su utilidad en educación científica. Docktor & Mestre (2014) mostraron que el uso de estrategias heurísticas favorece la generación de explicaciones propias y mejora la capacidad de los estudiantes para evaluar sus decisiones.

De forma similar, la revisión de Jong & Ferguson-Hessler (1996) indica que los expertos utilizan heurísticas para organizar la información y seleccionar estrategias, lo que evidencia su relevancia en el aprendizaje avanzado.

Estas características convierten a la heurística en una herramienta pedagógica poderosa, especialmente en asignaturas como Física, donde el razonamiento conceptual es clave.

2.2.3 Competencias cognitivas en Física.

Las competencias cognitivas abarcan un conjunto de habilidades que permiten al estudiante comprender, analizar y utilizar información científica en situaciones diversas. Entre las más relevantes para el estudio de la Física se encuentran:

- Razonamiento proporcional.
- Interpretación de gráficas.
- Modelización matemática.
- Transferencia de conocimientos.

Boudreaux et al. (2020) han documentado que los estudiantes suelen presentar dificultades en estas áreas, incluso cuando dominan procedimientos numéricos básicos. Según estos autores, una de las causas es la falta de análisis cualitativo previo, una práctica fundamental para comprender el sentido físico de los problemas.

La construcción de competencias cognitivas no depende exclusivamente del contenido, sino de las estrategias didácticas implementadas. Investigaciones en aprendizaje activo demuestran que cuando los estudiantes participan en discusiones, experimentos conceptuales, visualización científica o comparaciones entre casos, desarrollan habilidades cognitivas más estables y transferibles (Deslauriers et al., 2019).

2.2.4 Competencias metacognitivas y autorregulación del aprendizaje.

La metacognición -entendida como la capacidad de pensar sobre el propio pensamiento- desempeña un papel fundamental en el aprendizaje de la Física. Modi (2024) encontró que los estudiantes con altos niveles de metacognición tienden a monitorear con mayor precisión sus errores, ajustar sus estrategias y tomar decisiones basadas en criterios cognitivos sólidos.

La heurística, especialmente en su dimensión metacognitiva, proporciona un marco adecuado para promover estos procesos. Al exigir que el estudiante explique por qué usa una estrategia, cómo evalúa sus resultados y qué alternativas considera, se activa un monitoreo cognitivo más profundo.

2.2.5 Estrategias didácticas relacionadas con la heurística

La literatura científica reconoce múltiples enfoques pedagógicos que comparten principios con la heurística. Entre ellos destacan:

- El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- Las representaciones múltiples.
- La indagación guiada.
- La discusión socrática.
- La visualización científica.

Cheng (2025) sostiene que estas metodologías permiten a los estudiantes reestructurar sus modelos mentales y comprender la Física a partir relaciones conceptuales profundas. Por su parte, Freeman et al. (2014) demostraron que los enfoques activos reducen significativamente las tasas de reprobación de cursos STEM, lo cual respalda la idea de que estrategias como la heurística contribuyen a mejorar el aprendizaje.

2.3 Bases legales y políticas públicas.

El estudio se enmarca en el contexto normativo y de políticas públicas de Ecuador, que reconoce a la educación superior como un derecho y un mecanismo clave para el desarrollo humano, científico tecnológico (Ejecutivo et al., 2011; Legislativo, 2008). En particular, los marcos legales vigentes insisten en la necesidad de promover el pensamiento crítico, la calidad educativa, la innovación pedagógica y la formación de profesionales capaces de responder a los desafíos del siglo XXI. Estos lineamientos dialogan con el uso de estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física, en tanto apuntan a fortalecer el razonamiento, la autonomía y la capacidad de resolver problemas complejos en contextos universitarios.

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en el artículo 26 que la educación es un derecho fundamental y el artículo 27 indica que la educación debe orientarse al pensamiento crítico, la búsqueda de alternativas y la creatividad científica (Legislativo, 2008). Esos principios coinciden con los aportes de la heurística, la cual aumenta el razonamiento y la autonomía del estudiante.

Asimismo, el artículo 343 establece que el sistema educativo debe basarse en calidad, innovación y mejora continua, lo que fundamenta la necesidad de estudiar estrategias didácticas efectivas en la enseñanza universitaria de la Física.

2.3.2 Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)

La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) reafirma la responsabilidad del Estado y de las instituciones de educación de garantizar procesos formativos de calidad, orientados al desarrollo integral del de estudiante. En su articulado, especialmente en el artículo 8, se reconocen objetivos esenciales de la educación superior, el fortalecimiento del pensamiento crítico, la autonomía intelectual y la innovación, así como la formación de profesionales competentes y éticamente responsables (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010). Estos propósitos se alinean con el empleo de estrategias en asignaturas científicas, dado que tales estrategias requieren que los alumnos analicen, interpreten y contrasten información, además de fundamentar sus decisiones.

El artículo 8 de la LOES establece que los procesos de enseñanza-aprendizaje deben promover comprensión profunda y un análisis reflexivo de los contenidos, evitando métodos centrados únicamente en la memorización mecánica (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010). Así, la incorporación de enfoques heurísticos en la enseñanza de la Física responde directamente a lo que exige la ley, al fomentar experiencias formativas que desarrollan capacidades de razonamiento, resolución de problemas y toma de decisiones informadas, integrando teoría y práctica en contextos reales.

2.3.3 Reglamento de Régimen Académico del CES

El Reglamento de Régimen Académico, emitido por el Consejo de Educación Superior (CES), establece criterios para la planificación curricular, la organización de los programas de estudio y las metodologías de enseñanza en el sistema de educación superior

(Consejo de Educación Superior, 2022). Dentro de sus disposiciones se resalta la necesidad de promover la innovación pedagógica, la flexibilidad curricular y el desarrollo de competencias que integren conocimientos, habilidades y actitudes, enfatizando la responsabilidad de las instituciones en la actualización permanente de sus prácticas informativas.

El Reglamento de Régimen Académico indica también que los procesos de enseñanza deben priorizar aprendizajes significativos, el trabajo autónomo del estudiante, la reflexión crítica y la articulación entre docencia, investigación y vinculación con la sociedad (Consejo de Educación Superior, 2022). Estos principios se relacionan de manera directa con la propuesta de este estudio, en la medida en que la heurística se plantea como una metodología que potencia el razonamiento analítico, la exploración de múltiples soluciones y la autorregulación del aprendizaje, elementos necesarios para cumplir las competencias que el reglamento demanda.

2.3.4 Políticas públicas educativas en Ecuador

El Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 y otros instrumentos de planificación estratégica del Estado ecuatoriano destacan la importancia de fortalecer las competencias científicas, tecnológicas y de innovación en la población, así como de mejorar la calidad de la educación superior (Secretaría Nacional de Planificación, 2021). Entre sus objetivos se incluyen la promoción de la investigación aplicada, el apoyo a la formación de talento humano altamente calificado y el fomento de metodologías de enseñanza que impulsen el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.

En este marco, el uso de estrategias heurísticas en la enseñanza universitaria de la Física se alinea con las prioridades del país en materia de desarrollo científico y tecnológico. Al potenciar el razonamiento, el análisis de situaciones complejas y la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos reales, la heurística contribuye tanto al logro de los objetivos educativos nacionales como al fortalecimiento de la competitividad del país en áreas estratégicas vinculadas con la ciencia, la ingeniería y la tecnología.

2.3.5 Normativa institucional de la PUCE

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), a través de su Modelo Educativo Institucional, establece como propósito formar profesionales íntegros, con

pensamiento crítico, sensibilidad ética y compromiso social, capaces de analizar información compleja, tomar decisiones fundamentadas y aportar al desarrollo del país (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2025). Este modelo resalta la centralidad del estudiante en el proceso formativo, el énfasis en el aprendizaje activo y la integración entre docencia, investigación y vinculación con la sociedad.

En coherencia con estos lineamientos, la PUCE promueve metodologías de enseñanza que favorezcan la participación activa, la reflexión, la resolución de problemas y la construcción colaborativa del conocimiento. La indagación sobre el uso de estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física universitaria se inscribe en esta visión institucional, pues ofrece una vía concreta para fortalecer el razonamiento científico, la autonomía del aprendizaje y la capacidad de los estudiantes para enfrentar situaciones nuevas y complejas. De este modo, las bases legales nacionales y la normativa interna de la PUCE convergen en un mismo horizonte: impulsar una educación superior de calidad, pertinente y orientada al desarrollo de competencias de alto nivel, lo que significa plenamente la pertinencia del presente estudio.

2.3.6 Recomendaciones y proyección

A partir del marco normativo descrito, se puede derivar varias recomendaciones para la enseñanza de la Física en educación superior. En primer lugar, La Constitución de la República del Ecuador y la LOES obligan a las universidades a promover un aprendizaje que desarrolle pensamiento crítico, creatividad y capacidad investigativa (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010; Legislativo, 2008). En este sentido, resulta coherente que las carreras de ciencias e ingeniería incorporen de manera explícita estrategias heurísticas en sus planes de estudio, no solo como recursos puntuales, sino como parte de una arquitectura pedagógica orientada al razonamiento profundo y a la resolución de problemas complejos.

En segundo lugar, el Reglamento de Régimen Académico y las políticas públicas vigentes enfatizan la innovación pedagógica, la flexibilidad curricular y el desarrollo de competencias como criterios centrales de la calidad educativa (Consejo de Educación Superior, 2022; Secretaría Nacional de Planificación, 2021). Esto sugiere la necesidad de que las instituciones de educación superior diseñen programas de formación y acompañamiento que incluyan el uso de heurísticas, el trabajo con metacognición y

evaluación auténtica de aprendizajes, de modo que las exigencias normativas se traduzcan en prácticas concretas y sostenibles en el aula.

Por último, la normativa institucional de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, al priorizar la formación integral, el pensamiento crítico y la toma de decisiones basadas en evidencia, ofrece un marco propio para la implementación de propuestas didácticas que integren estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2025). En esta línea la presente investigación puede servir como insumo para futuras decisiones curriculares y proyectos de innovación educativa, al aportar una síntesis sistemática sobre cómo se ha aplicado la heurística en contextos universitarios y qué efectos ha tenido en el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitiva.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y diseño de la investigación

En esta investigación se optó por realizar una revisión sistemática de la literatura, con el propósito de reunir y analizar de manera organizada la producción científica reciente sobre el uso de estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física universitaria y su relación con competencias cognitivas y metacognitivas. En lugar de limitarse a revisar textos de forma libre, como suele ocurrir en una revisión narrativa, se siguió un procedimiento planificado y explícito para buscar, seleccionar, analizar y sintetizar estudios empíricos, tal como proponen las orientaciones para revisiones sistemáticas en educación y ciencias sociales (Snyder, 2019).

Desde el punto de vista epistemológico, el estudio se sitúa en un enfoque predominantemente cualitativo, aunque incorpora algunos elementos cuantitativos de tipo descriptivo. Es cualitativo porque se interesa, sobre todo, por comprender cómo se diseñan, aplican y evalúan las estrategias heurísticas en contextos educativos diversos, así como por la manera en que se conciben y trabajan las competencias cognitivas y metacognitivas vinculadas a ellas. Al mismo tiempo, se incluyen descripciones numéricas básicas - frecuencias, porcentajes y distribuciones de los estudios según año de publicación, país, tipo de diseño, instrumentos e indicadores de resultados- para ofrecer una panorámica más clara del campo sin entrar en procedimientos de metaanálisis estadístico.

En cuanto al diseño específico, se siguió un esquema de revisión sistemática orientado por las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Estas directrices ayudan a hacer visible cada decisión que se toma a lo largo del proceso: desde cómo se formula la pregunta de investigación hasta cómo se presentan los hallazgos en los capítulos finales (Page et al., 2021). En esta tesis, esa lógica se utiliza para responder, con base en la evidencia disponible, a las preguntas planteadas en el Capítulo I, procurando disminuir al mínimo los sesgos de selección, de omisión de estudios relevantes y de interpretación.

Además, el diseño retoma los aportes clásicos de Kitchenham et al. (2007) sobre revisiones sistemáticas, especialmente en lo que respecta a la necesidad de contar con un protocolo explícito. En la práctica, esto implicó definir con antelación:

- Las bases de datos a consultar.
- Las ecuaciones de búsqueda.
- Los criterios de inclusión y exclusión.
- Los pasos para la depuración de registros duplicados.
- Y las estrategias para sintetizar y valorar la calidad de los estudios seleccionados.

De este modo, la metodología no se reduce a “buscar artículos sobre heurística en Física”, sino que se organiza como una secuencia de acciones claramente descritas, que pueden ser revisadas por otros investigadores y, en buena medida, replicadas o ajustadas en futuras revisiones sobre temas afines.

3.2 Tipo y nivel de investigación

De acuerdo con la clasificación clásica de Hernández-Sampieri et al. (2014), este trabajo se enmarca en una investigación de tipo documental, ya que se nutre principalmente de fuentes secundarias: artículos científicos, tesis de maestría y doctorado, capítulos de libros y trabajos presentados en congresos que reportan experiencias empíricas relacionadas con la heurística en la enseñanza de la Física. Es decir, en lugar de recoger datos directamente en el aula, se analiza de forma sistemática lo que otros investigadores ya han hecho y publicado.

En cuanto al nivel de profundidad, el estudio se sitúa en un nivel descriptivo-analítico. Es descriptivo porque organiza y presenta información sobre aspectos como:

- Qué estrategias heurísticas se han implementado.
- En qué contextos educativos se han aplicado.
- Qué competencias cognitivas y metacognitivas se han evaluado.
- Y qué resultados se han reportado en términos de rendimiento académico y autorregulación del aprendizaje.

Sin embargo, el trabajo no se queda solo en esa descripción. Es también analítico porque contrasta y pone en diálogo las investigaciones realizadas: compara enfoques, identifica patrones comunes, reconoce diferencias entre estudios y analiza coincidencias y discrepancias en los resultados. Todo ello con la intención de responder a las preguntas de investigación y de sugerir posibles líneas de trabajo futuro en el campo de la didáctica de la Física (Gough et al., 2017; Snyder, 2019).

En cuanto a su propósito general, la investigación se orienta hacia un enfoque aplicado. Aunque la fuente principal de información es la literatura académica, la intención no es únicamente saber “qué se ha investigado”, sino producir insumos útiles para la práctica docente y para el diseño de futuras intervenciones didácticas en Física universitaria. De este modo, la investigación no se limita a ofrecer un panorama teórico, sino que busca aportar criterios que ayuden a tomar decisiones fundamentadas sobre cómo enseñar, qué estrategias promover y qué aspectos priorizar en la formación de estudiantes de Física.

3.3 Unidades de análisis y criterios de selección

3.3.1 *Unidades de análisis*

En esta revisión sistemática, las unidades de análisis no son directamente los estudiantes ni los docentes, sino los estudios empíricos publicados que cumplen con los criterios definidos en el protocolo de investigación. Cada estudio se considera un “caso” que aporta información relevante sobre cómo se ha trabajado la heurística en la enseñanza de la Física universitaria.

En cada uno de estos estudios se analizan, de manera sistemática, los siguientes elementos:

- **Tipo de estrategia heurística utilizada:** por ejemplo, guías de resolución de problemas, uso de representaciones múltiples, análisis cualitativo previo, modelización guiada, entre otras variantes.
- **Contexto educativo:** cursos de Física general, Física I, mecánica, electromagnetismo u otras asignaturas afines dentro de programas de ciencias, ingenierías o formación docente.

- **Características de la población participante:** estudiantes del primer semestre, de carreras de ingeniería, de programas de formación docente en Física u otros programas de educación superior vinculados al campo científico-tecnológico.
- **Competencias cognitivas y metacognitivas evaluadas:** razonamiento, modelización, transferencia de conocimientos, monitoreo del propio aprendizaje, planificación de estudios, entre otras.
- **Resultados principales:** efectos sobre el rendimiento académico, cambios en la comprensión conceptual, desarrollo de habilidades metacognitivas o modificaciones en la forma de afrontar la resolución de problemas.

Se incluyen, por tanto, estudios que trabajen con estudiantes de educación superior, preferentemente en programas relacionados con ciencias, tecnología, ingeniería o formación docente en Física, dado que el foco de la tesis se sitúa en la enseñanza universitaria de la disciplina.

3.3.2 Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la coherencia metodológica y la relevancia del corpus, se definieron de antemano criterios explícitos de inclusión y exclusión. Esto permite transparentar por qué ciertos estudios forman parte del análisis y otros no.

Los **criterios de inclusión** fueron los siguientes:

- **Pertinencia temática:** estudios que aborden de manera explícita estrategias heurísticas o procedimientos afines (por ejemplo, representaciones múltiples, resolución de problemas guiada, razonamiento cualitativo estructurado) aplicados a la enseñanza de la Física.
- **Nivel educativo:** investigaciones realizadas en educación superior (universidades, institutos tecnológicos, programas de formación docente) en las que la Física o asignaturas directamente relacionadas tengan un rol central.
- **Enfoque empírico:** trabajos que reporten datos derivados de experiencias didácticas, intervenciones de aula, evaluaciones de curso o mediciones de competencias cognitivas y/o metacognitivas.
- **Enfoque temporal:** publicaciones comprendidas entre 2020 y 2024, en coherencia con la formulación “últimos cinco años” propuesta en las preguntas

de investigación y con la intención de capturar tendencias recientes en didáctica de la Física.

- **Idiomas:** estudios publicados en español o inglés, considerando que son las lenguas de mayor acceso para el contexto latinoamericano y para la comunidad académica vinculada a esta investigación.
- **Tipo de documento:** artículos en revistas arbitradas, tesis de maestría o doctorado, capítulos de libro y trabajos incluidos en actas de congresos que cuenten con algún tipo de revisión por pares o evaluación académica formal.

De manera complementaria, se establecieron los siguientes **criterios de exclusión**:

- Estudios exclusivamente teóricos o ensayos que no incluyan datos empíricos sobre la implementación de estrategias heurísticas.
- Investigaciones desarrolladas en niveles no universitarios (educación básica o bachillerato), salvo que incorporen un componente comparativo con educación superior que resulte directamente relevante.
- Trabajos que aborden el razonamiento o la metacognición en Física sin vincular estos procesos a una intervención didáctica explícitamente heurística.
- Publicaciones anteriores a 2020, salvo para algunos textos de referencia histórica o conceptual utilizados en el Capítulo II, que no forman parte del corpus principal de análisis.
- Documentos sin acceso al texto completo, que impidan obtener información suficiente sobre diseño metodológico, características de los participantes, instrumentos empleados y principales resultados.

3.3.3 Alcance temporal, lingüístico y contextual

El **alcance temporal (2020-2024)** se definió con la intención de recoger el estado más reciente de la discusión sobre heurística en la enseñanza de la Física, en un período marcado, además, por cambios significativos en las modalidades educativas -como la expansión de entornos virtuales, híbridos y de enseñanza remota- que han impulsado la exploración de nuevas estrategias didácticas (Snyder, 2019).

En cuanto al alcance lingüístico, la selección de estudios en español e inglés permite integrar, por un lado, la producción científica de circulación internacional, que suele

publicarse en inglés en revistas indexadas de educación en ciencias, y por otro, la producción académica latinoamericana y española, que con frecuencia se difunde en español a través de revistas regionales y repositorios institucionales (SciELO, Redalyc, entre otros).

Respecto al alcance contextual, se priorizan investigaciones desarrolladas en universidades públicas y privadas, institutos tecnológicos y programas de formación docente en Física o áreas STEM. Se otorga particular interés a las experiencias realizadas en América Latina, dado que el Capítulo I y las bases legales del Capítulo II subrayan la importancia de comprender la realidad educativa en esta región, caracterizada por fuertes desigualdades, diversidad de trayectorias formativas y desafíos estructurales para la innovación pedagógica.

3.4 Procedimiento de búsqueda de información

3.4.1 Bases de datos y fuentes documentales

La estrategia de búsqueda se diseñó para lograr una cobertura amplia y equilibrada entre fuentes internacionales y regionales. Para ello se recurrió a un conjunto de bases de datos académicas y repositorios especializados:

- **Scopus y Web of Science**, que reúnen revistas de alto impacto en educación, didáctica de las ciencias y específicamente Física educativa.
- **ERIC (Education Resources Information Center)**, especializado en investigaciones sobre educación y formación docente.
- **SciELO y Redalyc**, que constituyen referentes en la difusión de la producción científica de América Latina y el Caribe, incluyendo numerosos trabajos sobre educación en ciencias.
- **Google Scholar**, empleado como motor de búsqueda complementario para localizar tesis de maestría, doctorado y contribuciones en actas de congresos que no siempre aparecen indexadas en las bases anteriores.

Cuando fue necesario, se consultaron además repositorios institucionales de universidades latinoamericanas, con el objetivo de localizar trabajos de titulación y tesis vinculadas específicamente con estrategias heurísticas y enseñanza de la Física.

3.4.2 *Descriptores y ecuaciones de búsqueda*

Los descriptores se definieron a partir de tres ejes principales:

1. La disciplina (Física).
2. La estrategia didáctica (heurística).
3. Las competencias asociadas (cognitivas y metacognitivas).

Se combinaron términos en inglés y en español, utilizando operadores booleanos (AND, OR) y símbolos de truncamiento cuando la base lo permitía. A modo ilustrativo, se emplearon ecuaciones como la siguiente:

- (“teaching physics” or “heuristic strategies” or “problem solving” and “metacognition”)

Esta ecuación se ajustó ligeramente según las particularidades de cada base de datos (por ejemplo, limitaciones en el uso de caracteres especiales o filtros específicos por año y tipo de documento). Esta flexibilidad es coherente con las recomendaciones de Page et al. (2021) y Kitchenham et al. (2007), quienes subrayan la importancia de adaptar las cadenas de búsqueda al entorno técnico de cada índice para obtener resultados más precisos y relevantes.

3.4.3 *Proceso de cribado y selección (esquema PRISMA)*

El proceso de selección de los estudios siguió la lógica propuesta prisma 2020, que organiza la revisión en cuatro fases principales Page et al. (2021): identificación, cribado, elegibilidad e inclusión.

1. **Identificación:**

Se registraron todas las referencias recuperadas en las bases de datos seleccionadas, aplicando desde el inicio filtros por año de publicación (2020-2024) y por tipo de documento (artículos, tesis, capítulos de libro y trabajos en actas de congresos).

2. **Cribado:**

Se revisaron los títulos y resúmenes para descartar los estudios que, de manera evidente, no guardaban relación con el tema (por ejemplo, trabajos centrados en Física

teórica sin componente educativo, o investigaciones sobre otras disciplinas científicas sin referencia en la enseñanza de la Física).

3. Elegibilidad:

Para los documentos preseleccionados se accedió al texto completo, verificando si cumplían los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. En esta fase se revisó con detalle si el estudio:

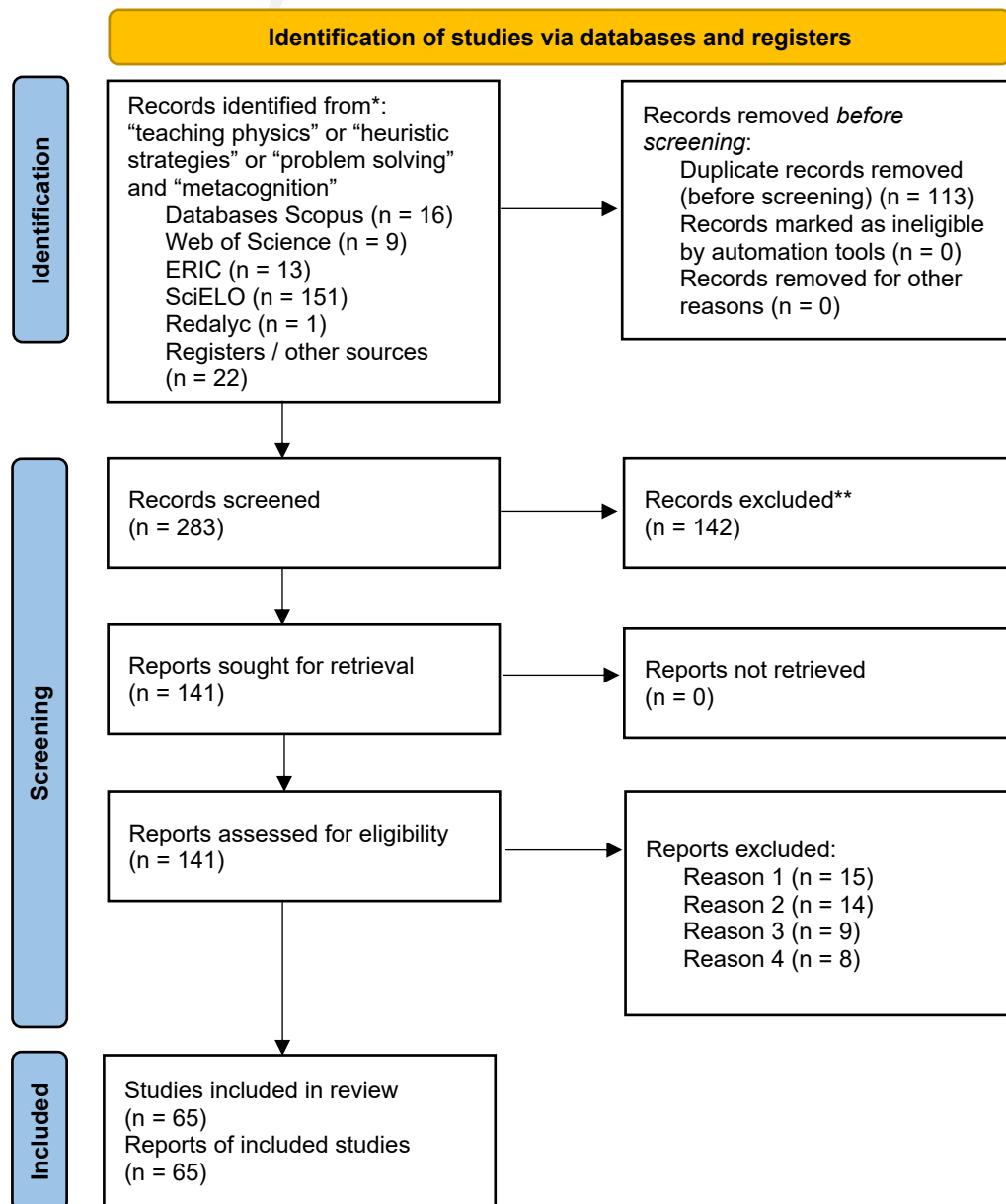
- Abordaba estrategias heurísticas o procedimientos afines.
- Se desarrollaba en contextos de educación superior.
- Reportaba datos empíricos sobre competencias cognitivas y/o metacognitivas relacionadas con la enseñanza de la Física.

4. Inclusión:

Finalmente, se conformó el corpus definitivo de análisis con los estudios que cumplían todos los criterios y aportaban información suficiente sobre diseño, participantes, instrumentos, procedimientos y resultados.

Tras aplicar ecuaciones de búsqueda y los criterios de inclusión y exclusión definidos, se identificaron 396 registros. Luego de eliminar 113 duplicados, quedaron 283 estudios potencialmente relevantes. Tras el cribado por título y resumen se descartaron 142 registros, de modo que 141 textos completos fueron evaluados para determinar su elegibilidad. Finalmente, 65 estudios cumplieron todos los criterios y fueron incluidos en la síntesis narrativa de la remisión. El detalle del proceso puede observarse en el siguiente diagrama de flujo PRISMA 2020.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios sobre estrategias heurísticas en Física universitaria.



3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

En esta investigación no se aplicaron encuestas ni pruebas directas a estudiantes o docentes. El “trabajo de campo” se desarrolló frente a la literatura: localizar, leer y sistematizar los 65 estudios que finalmente quedaron incluidos en la revisión sistemática, tal como se resume en la Figura 1 (diagrama PRISMA) y en la Tabla 2.

Para no perderse entre tantos documentos y mantener un criterio homogéneo de lectura, se utilizaron dos herramientas centrales:

- a) una matriz de extracción de datos, y
- b) una ficha de evaluación de calidad metodológica.

3.5.1 Matriz de extracción de datos

La matriz de extracción se construyó en una hoja de cálculo y funcionó como una especie de “ficha clínica” para cada uno de los 65 estudios (ver Anexo 4). En ella se registraron, de forma ordenada, los siguientes elementos:

- **Referencia bibliográfica completa:** autor(es), año de publicación, título del estudio, revista o institución en la que se difundió el trabajo.
- **País o contexto institucional:** país de realización del estudio, tipo de institución (universitaria pública, privada, instituto tecnológico, programa de formación docente), carrera involucrada y curso de Física o asignatura específica.
- **Asignatura o tema de Física trabajado** (Física general, mecánica, electricidad y magnetismo, fluidos, entre otros).
- **Tipo de diseño metodológico:** por ejemplo, cuasi experimental, experimental, estudio de caso, diseño mixto, estudio correlacional, investigación-acción, entre otros.
- **Número y características de los participantes:** tamaño de la muestra, nivel académico (primer semestre, cursos avanzados), tipo de programa (ingeniería, ciencias, formación docente, etc).
- **Descripción de la estrategia heurística aplicada:** procedimientos utilizados, recursos didácticos empleados, duración de la intervención, rol del docente y del estudiante, tipo de tareas o problemas trabajados.
- **Competencias cognitivas evaluadas:** razonamiento conceptual,

modelización, transferencia a nuevos contextos, resolución de problemas, interpretación de gráficos, entre otras.

- **Competencias metacognitivas evaluadas:** planificación del estudio, monitoreo del propio desempeño, evaluación de errores, control de estrategias, autorregulación del aprendizaje.
- **Instrumentos utilizados:** pruebas conceptuales, cuestionarios de metacognición, entrevistas, rúbricas de desempeño, registros de participación, diarios de aprendizaje, entre otros.
- **Resultados principales:** efectos sobre el rendimiento académico, cambios en las estrategias de estudio, variaciones en la comprensión conceptual, percepciones de estudiantes y docentes sobre la utilidad de las estrategias heurísticas.
- **Limitaciones declaradas y recomendaciones:** restricciones metodológicas señaladas por los autores (tamaño muestral, duración de la intervención, sesgos posibles) y sugerencias para futuras investigaciones o mejoras en la práctica docente.

Trabajar con esta matriz permitió reducir sesgos de memoria, garantizar que los 65 estudios se leyeron con los mismos criterios y evitar omisiones en la extracción de datos y garantizar que la información recopilada fuera comparable entre estudios, tanto en términos metodológicos como de resultados. Además, facilitó posteriormente la organización de los hallazgos en tablas y síntesis narrativas, apoyando el análisis descriptivo y la identificación de patrones comunes y divergencias en el corpus.

3.5.2 Ficha de evaluación de calidad metodológica

Además de extraer datos, era necesario preguntarse qué tan sólidos eran los estudios revisados. Para ello se diseñó una ficha de evaluación de calidad metodológica (ver Anexo 5), inspirada en criterios habitualmente utilizados en revisiones educativas (Gough et al., 2017; Petticrew & Roberts, 2006)

Es esta ficha se valoró, en cada uno de los 65 estudios:

- **Claridad en la formulación de objetivos y preguntas de investigación:** si el estudio explicita de forma comprensible qué pretende indagar y por qué.

- **Coherencia entre objetivos, diseño y métodos de recolección de datos:** grado en que el diseño metodológico y los instrumentos utilizados son consistentes con los propósitos declarados.
- **Descripción de la muestra y del contexto:** nivel de detalle con el que se presentan las características de los participantes, la institución y el curso de Física o asignatura intervenida.
- **Validez y confiabilidad de los instrumentos:** uso de pruebas validadas previamente, adaptación justificada de cuestionarios, triangulación de fuentes, entre otros elementos de rigor.
- **Transparencia en el análisis de datos:** claridad en la descripción de los procedimientos de análisis, ya sean cuantitativos (estadísticos descriptivos o inferenciales) o cualitativos (análisis de contenido, codificación temática etc.).
- **Reconocimiento explícito de limitaciones del estudio:** identificación de posibles sesgos, restricciones del diseño, alcances de los resultados y precauciones al generalizarlos.

Cada criterio se calificó de forma cualitativa (alto, medio, bajo), acompañado de comentarios breves. Ningún estudio fue excluido únicamente por esta valoración, pero la calidad metodológica se tuvo presente al interpretar los hallazgos globales: los resultados de investigaciones con diseños más sólidos y bien documentados se ponderaron con mayor peso que aquellos de estudios poco detallados o con debilidades importantes.

De este modo, las técnicas e instrumentos de recolección de información empleados -la matriz de extracción de datos y la ficha de calidad metodológica- permitieron abordar la revisión sistemática con un enfoque ordenado, transparente y crítico, coherente con los lineamientos metodológicos establecidos en el Capítulo I y con el propósito de construir una base sólida para el análisis presentado en los capítulos posteriores.

3.6 Técnicas de análisis de la información

Una vez completado el trabajo de búsqueda y registro de la información, el análisis de los 65 estudios se organizó en dos niveles complementarios: un análisis descriptivo,

para trazar el panorama general del Campo, y un análisis temático interpretativo, para comprender con mayor profundidad los patrones que emergen de la evidencia disponible.

3.6.1 *Análisis descriptivo*

El primer nivel de análisis fue de carácter descriptivo. A partir de la matriz de extracción se elaboraron tablas y recuentos simples que permitieron caracterizar el conjunto de estudios incluidos, considerando aspectos como:

- La distribución temporal de las publicaciones (número de estudios por año dentro del periodo 2020-2024).
- La distribución geográfica (países y regiones con mayor producción sobre heurística en Física).
- Los diseños metodológicos más frecuentes.
- Los tipos de estrategias heurísticas y afines que se repiten con mayor frecuencia.
- Los instrumentos más utilizados para evaluar comprensión conceptual, resolución de problemas y metacognición.

Este análisis se apoyó en estadísticas descriptivas básicas (frecuencias, porcentajes y gráficos), y su función principal fue ofrecer una “vista panorámica” de los 65 estudios, útil para contextualizar los análisis más interpretativos que se presentan en el Capítulo IV, así como para ubicar el lugar que ocupan las experiencias latinoamericanas frente a otras regiones (ver Tabla 4).

3.6.2 *Análisis temático y síntesis narrativa*

El segundo nivel de análisis fue de naturaleza cualitativa e interpretativa. Siguiendo la propuesta de análisis temático de Braun & Clarke (2006), adaptada al contexto de revisiones sistemáticas en educación. Este análisis buscó ir más allá de la descripción aislada de estudios para identificar patrones recurrentes, tensiones y aportes comunes en torno al uso de estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física.

El procedimiento siguió, de manera general, los siguientes pasos:

1. **Lectura detallada** de los apartados de resultados y discusión de cada estudio, poniendo especial atención en la descripción de las intervenciones heurísticas

y sus efectos.

2. **Codificación inicial** de fragmentos de texto relacionados con el diseño e implementación de las estrategias heurísticas, los efectos sobre competencias cognitivas y metacognitivas y las percepciones de estudiantes y docentes.
3. **Agrupación de códigos en temas emergente**, tales como:
 - “Heurística y comprensión conceptual”.
 - “Heurística y transferencia de aprendizaje”.
 - “Heurística y desarrollo metacognitivo”.
 - “Dificultades docentes para implementar estrategias heurísticas”.
 - “Condiciones institucionales y contexto de aplicación”.
4. **Revisión y refinamiento de los temas**, verificando que cada uno presentara coherencia interna (los elementos que lo integran se relacionan entre sí) y distinción externa (los temas no se solapan innecesariamente entre sí).
5. **Elaboración de una síntesis narrativa**, en la que se integran los hallazgos de los diferentes estudios bajo cada tema, destacando coincidencias, divergencias, matices contextuales y vacíos identificados.

A partir de estos temas se elaboró una síntesis narrativa, que es la que organiza el Capítulo IV. En lugar de presentar los 65 estudios uno por uno, se integran sus resultados bajo ejes comunes, destacando convergencias, matices y tensiones. Esto permite responder de manera más directa a las preguntas de investigación planteadas en el Capítulo I.

3.6.3 *Análisis de relaciones entre categorías*

Aunque la diversidad de contextos, diseños e instrumentos no permitió realizar un metaanálisis estadístico formal, si fue posible explorar relaciones entre diferentes categorías de interés: tipos de estrategia heurística, competencias evaluadas y resultados de aprendizaje.

Para ello se construyeron matrices y esquemas en los que se cruzaban, por ejemplo, el tipo de intervención (guías heurísticas, representaciones múltiples, indagación guiada, etc.) con los efectos reportados en razonamiento conceptual, resolución de problemas no rutinarios o indicadores metacognitivos. Este ejercicio permitió identificar

patrones que se repiten en distintos estudios, así como casos que se apartan de la tendencia general.

En términos prácticos, este análisis contribuyó a responder preguntas como: qué estrategias tienden a mostrar mayores beneficios, bajo qué condiciones de implementación (tipo de curso, duración, acompañamiento docente) esos beneficios son más consistentes, y en qué áreas persisten resultados poco concluyentes o contradictorios (Miles et al., 2014)

3.7 Operacionalización de variables y categorías de análisis

En el contexto de esta revisión sistemática, la operacionalización no implica construir instrumentos nuevos, sino definir con claridad los constructos que guían la lectura de los 65 estudios y la organización de los hallazgos.

A partir del marco teórico y de los objetivos de la tesis se establecieron cinco grandes categorías de análisis:

- **Estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física**

Se entienden como conjuntos de procedimientos, apoyos y recursos didácticos que orientan al estudiante a explorar, analizar y resolver problemas de Física más allá de la aplicación directa de fórmulas: análisis cualitativo previo, descomposición de problemas, uso de representaciones múltiples, comparación de casos análogos, verificación de resultados, entre otros (Duit & Treagust, 2012; Polya, 2014).

- **Competencias cognitivas en Física**

Incluyen la comprensión conceptual de principios y leyes, el razonamiento cualitativo y cuantitativo, la interpretación de gráficos y modelos, y la capacidad para transferir lo aprendido a situaciones nuevas.

- **Competencias metacognitivas**

Abarcan los procesos de planificación del estudio, monitoreo de la comprensión, evaluación de las propias respuestas y regulación de estrategias cuando se detectan errores o dificultades (Barzilai & Chinn, 2024; Zohar A. & S., 2015)

- **Resultados de aprendizaje y percepciones de los actores**

Consideran tanto los indicadores de rendimiento (notas, tasas de aprobación, calidad de las soluciones) como las percepciones de estudiantes y docentes sobre la utilidad, dificultad y pertinencia de las estrategias heurísticas.

- **Contexto educativo**

Recoge información sobre el tipo de institución, el curso o tema de Física, la modalidad de enseñanza (presencial, virtual, híbrida) y otras condiciones que pueden influir en la implementación y en los resultados de las intervenciones.

Estas categorías se sintetizan en una Tabla 1 de operacionalización, donde se especifican sus dimensiones, ejemplos de indicadores y referencias teóricas principales. Esta tabla sirve como guía para analizar de forma coherente los 65 estudios incluidos en la revisión y para articular los resultados con el marco conceptual desarrollado en el Capítulo II.

Tabla 1. *Operacionalización de variables del estudio.*

Variable/ Categoría	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores posibles	Principales fuentes teóricas
Estrategias heurísticas en la enseñanza de la Física.	Conjunto de procedimientos, guías, representaciones y recursos didácticos orientados a apoyar a los estudiantes en la exploración, comprensión y resolución de problemas de Física, más allá de la aplicación mecánica de fórmulas.	Análisis cualitativo previo al problema. Descomposición del problema en subtarefas. Uso de representaciones múltiples (gráficas, diagramas, lenguaje verbal, expresiones matemáticas). Comparación de casos análogos y contraejemplos. Verificación, explicación y reflexión final sobre la solución.	Preferencia de fases explícitas de análisis previo en las actividades. Uso sistemático de diagramas, gráficos o modelos cualitativos. Frecuencia de actividades que piden justificar el procedimiento y no solo el resultado numérico. Inclusión de preguntas metacognitivas (“¿por qué eliges esta estrategia?”, “qué otras	Polya, 2014; Zohar A. & S., 2015

			opciones hay?"). Duración y número de sesiones dedicadas a la resolución heurística de problemas.	
Competencias cognitivas en Física.	Habilidades que permiten al estudiante comprender conceptos físicos, razonar cualitativa y cuantitativamente, modelar fenómenos y transferir lo aprendido a situaciones nuevas o no rutinarias.	Razonamiento conceptual. Interpretación y construcción de gráficos y diagramas. Modelización de fenómenos físicos. Resolución de problemas no rutinarios. Transferencia de conocimientos a contextos distintos.	Resultados en pruebas conceptuales (por ejemplo, ítems de opción múltiple con justificación). Calidad de explicaciones verbales o escritas sobre fenómenos físicos. Capacidad para interpretar gráficas y relacionarlas con situaciones físicas reales. Uso de modelos (esquemas, diagramas de cuerpo libre, representaciones energéticas) al resolver problemas. Desempeño en problemas novedosos comparado con problemas de libro de texto.	Etkina et al. (2020); McPadden y Brewe (2017); Meltzer y Thornton (2022); Duit y Treagust (2012).
Competencias metacognitivas	Capacidades que permiten al estudiante planificar, monitorear y evaluar sus propios procesos de aprendizaje en Física, ajustando estrategias cuándo	Planificación del estudio y de la resolución de problemas. Monitoreo de la comprensión durante la actividad. Evaluación y verificación de respuestas.	Respuestas a cuestionarios de metacognición y autorregulación Evidencias hoy en diarios de aprendizaje o reflexiones escritas. Capacidad para detectar errores	Zohar y Barzilai (2021); Hsu et al. (2022); Pintrich (2000)

	detecta errores dificultades.	Regulación y ajuste de estrategias. Conciencia de fortalezas y debilidades propias.	en sus propias soluciones. Frecuencia con que el estudiante revisa y corrige sus procedimientos sin indicación externa. Descripciones de cómo organiza su estudio de Física (planificación temporal, selección de tareas, uso de recursos).	
Resultados de aprendizaje y percepciones de los actores.	Cambios observados en el rendimiento académico, la calidad de las soluciones y las tasas de aprobación/ abandono, así como las percepciones de estudiantes y docentes sobre la utilidad, o dificultad y pertinencia de las estrategias heurísticas.	Rendimiento académico y desempeño en tareas. Calidad de las soluciones a problemas. Tasas de aprobación, reprobación y abandono. Satisfacción y percepción de utilidad por parte de estudiantes. Percepción de viabilidad e impacto por parte de docentes.	Notas exámenes y pruebas específicas antes y después de la intervención. Mejora en la coherencia y justificación de las soluciones. Variación en porcentajes de aprobación y repetición de la asignatura. Resultados de encuestas de satisfacción y entrevistas. Comentarios docentes sobre cambios en participación, autonomía y motivación del estudiantado.	Kortemeyer (2022); OECD (2022).
Contexto educativo.	Características del curso de Física, del tipo de institución y de la modalidad de enseñanza que condicionan el	Nivel del curso (Física general, o Mecánica, Electromagnetismo, etc.).	Descripción del curso (créditos, semestre, requisitos previos). Características de la población	World Economic Forum (2023); normativa académica e institucional

diseño, la implementación y los efectos de las estrategias heurísticas.	Tipos de institución (presencial, virtual, híbrida). Tamaño del grupo y heterogeneidad de la población estudiantil. Recursos disponibles (laboratorios, plataformas virtuales, tiempo de clase).	(número de estudiantes, carreras, formación previa en matemáticas y ciencias). Registro de modalidad de enseñanza y uso de TIC. Información sobre carga docente y condiciones institucionales para la innovación. Presencia de políticas de apoyo a la docencia y formación pedagógica del profesorado.	de educación superior.
---	--	--	------------------------

Nota. Elaboración propia (2025) con base en Polya (1965), Etkina et al. (2020), Zohar y Barzilai (2021), entre otros autores citados en el marco teórico.

3.8 Consideraciones sobre rigor y ética de la revisión

Aunque el estudio trabaja exclusivamente con fuentes secundarias y no involucra la participación directa de personas, fue necesario cuidar tanto el rigor metodológico como algunos aspectos éticos relacionados con el uso de la información científica.

En términos de rigor, se atendieron principalmente los siguientes aspectos:

- **Transparencia del proceso:** el procedimiento seguido -desde la búsqueda inicial hasta la selección final de los 65 estudios- se describe de forma explícita y se resume en la Figura 1 y en la Tabla 2, siguiendo las recomendaciones de la guía PRISMA 2020 (Page et al., 2021).
- **Coherencia interna:** las decisiones metodológicas se mantuvieron alineadas con el problema, los objetivos y las preguntas de investigación formuladas en el Capítulo I, así como con el marco teórico del Capítulo II (Hernández-Sampieri et al., 2014).

- **Triangulación de fuentes:** se recurrió a múltiples bases de datos y tipos de documentos (artículos, tesis, actas de congreso), reduciendo el riesgo de depender de una única fuente de información.
- **Evaluación crítica de la calidad:** al interpretar los resultados se consideró la calidad metodológica de los estudios, evitando generalizar a partir de evidencias débiles o poco documentadas (Gough et al., 2017).

Desde el punto de vista ético, aunque no se recolectaron datos personales ni se trabajó con sujetos humanos, se asumen una serie de compromisos, entre los que se destacan:

- **Respeto a la propiedad intelectual,** citando todas las horas empleadas según las normas APA 7 y evitando cualquier forma de apropiación indebida de ideas o resultados.
- **Representación fiel de los estudios revisados,** procurando no distorsionar los hallazgos ni atribuir a los autores conclusiones que no están respaldadas por sus datos.
- **Reconocimiento de las limitaciones** propias de la revisión, como el periodo temporal considerado, la selección de idiomas y bases de datos, o la imposibilidad de acceder al texto completo de algunos documentos.

En conjunto, estas decisiones buscan que la revisión sistemática no solo aporte información relevante sobre la heurística en la enseñanza de la Física universitaria, sino que lo haga de manera honesta, transparente y metodológicamente consistente.

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión sistemática sobre el uso de estrategias heurística en la enseñanza de la Física universitaria y su relación con el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas. A diferencia de los capítulos anteriores, donde se construyó el marco conceptual y metodológico, aquí se exponen los hallazgos concretos obtenidos a partir del corpus de estudios seleccionados, se analizan sus tendencias principales y se discuten sus implicaciones a la luz de las preguntas de investigación y los objetivos planteados en el Capítulo I.

El análisis se organiza en cuatro grandes bloques:

- a) Caracterización general del corpus de estudios incluidos.
- b) Descripción y análisis de las estrategias heurísticas identificadas.
- c) Resultados relacionados con competencias cognitivas y metacognitivas.
- d) Síntesis interpretativa y respuesta integrada a las preguntas de investigación.

Esta estructura busca mantener una lógica progresiva: primero se muestra “qué hay” en la literatura reciente, luego “cómo se ha hecho” y finalmente “qué significa” para la enseñanza de la Física en educación superior.

4.1 Caracterización general del corpus de estudios incluidos

4.1.1 *Proceso de selección y número de estudios*

Tal como se escribió en el Capítulo III, la revisión sistemática se apoyó en búsquedas realizadas en bases de datos internacional (Scopus, Web of Science, ERIC) y regionales (SciELO, Redalyc), complementadas con Google Scholar y algunos repositorios institucionales. En una primera fase de identificación, se recuperaron 396 registros potencialmente relevantes:

- 374 provenientes bases de datos indexadas.
- 22 localizados en otras fuentes (repositorios de tesis y referencias cruzadas en artículos recientes).

Tras la eliminación de 113 registros duplicados, se obtuvo un conjunto depurado de 283 estudios para el cribado inicial. En la fase de cribado, se revisaron títulos y resúmenes,

descartando 172 registros que no guardaban relación suficiente con el objeto de estudio (por ejemplo, trabajos centrados en Física teórica sin componente didáctico, investigaciones en otros niveles educativos o estudios de estrategias no heurísticas).

Los 111 documentos restantes pasaron a la etapa de elegibilidad, en la que se accedió al texto completo y se verificó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión definidos en el protocolo. En esta fase se excluyeron 46 estudios, principalmente por las siguientes razones:

- No estar situados en educación superior.
- No incorporar estrategias heurísticas de manera explícita.
- Carecer de datos empíricos sobre resultados de aprendizaje.
- O no disponer de información suficiente sobre diseño e instrumentos.

Finalmente, se conformó un corpus de 65 estudios que cumplieron todos los criterios y fueron incluidos en la síntesis cualitativa. Estos estudios constituyen la base del análisis presentado en este capítulo.

Aunque el número pueda parecer acotado, resulta coherente con el carácter específico del tema (heurística en Física universitaria) y con el periodo temporal seleccionado (2020-2024). Además, permite realizar un análisis en profundidad en los enfoques, resultados y limitaciones reportadas.

En la Tabla 2 se sintetizan las cantidades de estudios en cada fase del proceso de revisión.

Tabla 2. *Diagrama de flujo prisma 2020 de la revisión sistemática.*

Fase	Descripción	Registros (n)
Identificación	Registros identificados en bases de datos (Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, Redalyc, Google Scholar)	374
	Registros identificados por otras fuentes (repositorios institucionales, referencias de artículos, etc.)	22
	Total de registros identificados antes de eliminar duplicados	396
Cribado	Duplicados eliminados	113
	Registros tras eliminar duplicados	283
	Registros excluidos tras lectura de título y resumen	172
	Total completos evaluados para elegibilidad	111
Elegibilidad	Textos completos excluidos por no cumplir criterios de inclusión	46

	No nivel de educación superior	15
	No uso explícito de estrategias heurísticas	14
	Sin datos empíricos (ensayos teóricos)	9
	Texto completo no disponible / información insuficiente	8
Inclusión	Estudios incluidos en la síntesis cualitativa final	65

Nota. Elaboración propia a partir del protocolo de búsqueda y selección siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

4.1.2 Tipo de documentos y diseños metodológicos predominantes

De los 65 estudios incluidos, la mayoría corresponde a artículos publicados en revistas científicas indexadas (59 trabajos). El resto se distribuye en 4 tesis de maestría y 2 trabajos académicos adicionales (una tesis doctoral y un trabajo en actas de congreso). Esta distribución confirma que el tema ha sido abordado principalmente en el ámbito de la publicación periódica, aunque las tesis aportan información detallada sobre contextos específicos y procesos de implementación prolongados.

En la Tabla 3 se muestran los documentos incluidos en la revisión.

Tabla 3. *Tipo de documentos incluidos en la revisión sistemática.*

Tipo de documento	Cantidad (n)
Artículos en revistas científicas indexadas	59
Tesis de maestría	4
Tesis doctorales / actas de congreso / capítulos de libro	2
Total	65

Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los diseños metodológicos, predomina el enfoque cuasi experimental (alrededor de la mitad de los estudios), seguido de estudios de caso, diseños mixtos y algunos trabajos de corte correlacional o preexperimental. De forma general, se observa una tendencia a combinar:

- Intervenciones didácticas basadas en estrategias heurísticas.
- Con mediciones antes y después (pretest-postest)
- Complementadas con cuestionarios de percepción, entrevistas o análisis de producciones escritas de los estudiantes.

Esta diversidad de diseños, aunque enriquece el panorama, introduce también una cierta heterogeneidad que dificulta la realización de un metaanálisis estadístico estricto, pero sí permite una síntesis narrativa y temática, tal como se planteó en la metodología.

4.1.3 Distribución temporal, geográfica y por contexto educativo

En el plano temporal, se confirma una concentración de publicaciones a partir de 2020, lo que sugiere un interés creciente por las estrategias heurísticas en un período marcado, además, por la expansión de modalidades virtuales e híbridas. La mayoría de los estudios se sitúan entre 2021 y 2023, con un ligero incremento en los dos últimos años considerados.

En cuanto a la distribución geográfica, se identifican tres grandes núcleos:

- **Países anglosajones** (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia), donde se ubica aproximadamente la mitad de los estudios, muchos de ellos en la línea de la Educación en Física (Physics Education Research).
- **Europa continental** (España, Alemania, Finlandia, entre otros), con investigaciones centradas en resolución de problemas, modelización y uso de representaciones múltiples.
- **América latina**, con un conjunto menor pero significativo de trabajos provenientes de México, Brasil, Chile, Colombia y Argentina, en contextos que comparten varios rasgos con la realidad ecuatoriana.

La Tabla 4 muestra la distribución de los estudios en la revisión sistemática

Tabla 4. *Distribución geográfica de los estudios incluidos en la revisión sistemática.*

Región / País	Número de estudios	Porcentaje %
Países anglosajones	31	47.7 %
Europa continental	23	35.4 %
América latina	11	16.9 %
Total	65	100 %

Nota. Elaboración propia.

Respecto el contexto educativo, la mayoría de las investigaciones se desarrollan en:

- Cursos de Física general o Física I de carreras de ingenierías.

- Asignaturas de mecánica y electromagnetismo en primeros semestres.
- Programas de formación inicial de profesorado en Física o ciencias.

Este dato es relevante porque confirma que las estrategias heurísticas se están probando, sobre todo, en espacios que históricamente concentran altos índices de dificultad y reprobación.

4.2 Estrategias heurísticas identificadas en los estudios

Uno de los objetivos centrales de la revisión es describir qué estrategias heurísticas se han implementado en la enseñanza de la Física universitaria. El análisis temático de los 65 estudios permitió agruparlas en cinco grandes categorías, que no son excluyentes entre sí:

1. Guías estructuradas de resolución de problemas.
2. Uso de representaciones múltiples y diagramas heurísticos.
3. Análisis cualitativo previo y modelización guiada.
4. Heurísticas basadas en analogías y casos análogos.
5. Secuencias de reflexión metacognitiva sobre el propio proceso de resolución.

En muchos trabajos, estas categorías se combinan, pero resulta útil examinarlas por separado para comprender sus aportes específicos.

4.2.1 *Guías estructuradas de resolución de problemas*

Una porción importante de los estudios recurre a guías paso a paso que orientan al estudiante en la resolución de problemas de Física. Estas guías suelen incluir secciones explícitas para:

- Identificar datos y condiciones del problema.
- Seleccionar principios físicos pertinentes.
- Representar la situación (mediante bocetos, diagramas de cuerpo libre, gráficos o tablas).
- Anticipar el tipo de resultado esperado.
- Ejecutar el procedimiento matemático.
- Y verificar la coherencia física de la solución.

Los resultados convergen en que este tipo de enfoques reduce la tendencia a “saltar directo a la fórmula” y favorece un razonamiento más ordenado, especialmente en estudiantes de primeros semestres. No obstante, algunos autores advierten que, si se aplican de manera excesivamente rígida, las guías pueden convertirse en una nueva “receta”, perdiendo parte de su potencial formativo. La clave, según se desprende de los estudios, está en ir retirando gradualmente el apoyo para que los estudiantes asuman progresivamente el control de su proceso.

4.2.2 Representaciones múltiples y diagramas heurísticos

Otra línea frecuente consiste en el uso de representaciones múltiples (gráficas, simbólicas, verbales, cónicas, numéricas) y diagramas heurísticos que ayudan a organizar la información del problema. En varios estudios se reporta que, cuando se enseña explícitamente a los estudiantes a traducir un mismo fenómeno entre distintas representaciones, se fortalece la comprensión conceptual y la capacidad para detectar inconsistencias.

Estas estrategias resultan especialmente efectivas en temas como movimiento, energía, campos eléctricos y magnéticos, donde las relaciones entre magnitudes no siempre son intuitivas. En algunos casos, los diagramas heurísticos funcionan también como instrumentos de evaluación, permitiendo al docente identificar en qué momento del razonamiento el estudiante se desvía o pierde la coherencia física.

4.2.3 Análisis cualitativo previo y modelización guiada

Varios estudios coinciden en subrayar la importancia de hacer una pausa cualitativa antes del cálculo. En lugar de iniciar directamente con ecuaciones, se propone que el estudiante:

- Describa verbalmente la situación.
- Anticipe el comportamiento esperado (por ejemplo, si una magnitud debe aumentar o disminuir).
- Identifique las interacciones principales.
- Y represente el sistema mediante modelos simplificados.

Las intervenciones que incorporan modelización guiada -donde el docente acompaña el proceso de construir, validar y ajustar el modelo- suelen reportar mejoras significativas en la capacidad de transferencia a situaciones nuevas. El análisis conjunto de los estudios sugiere que este tipo de heurística contribuye a que los estudiantes tomen conciencia de los supuestos que introducen en sus razonamientos, lo que a su vez refuerza la metacognición.

4.2.4 *Analogías, casos análogos y comparación de soluciones*

Otro conjunto de trabajos se centra en el uso de analogías y casos análogos como herramientas heurísticas. La idea central es que, al comparar un problema nuevo con otro ya resuelto, el estudiante puede reconocer estructuras profundas comunes y reutilizar estrategias relevantes. En varios estudios se observa que la comparación explícita entre soluciones -incluyendo soluciones incorrectas o incompletas- ayuda a desarrollar un criterio más fino sobre qué argumentos son válidos y cuáles no.

En algunos casos, estas estrategias se integran en secuencias donde los estudiantes deben explicar por qué una analogía es adecuada o hasta dónde llega su validez, lo que contribuye a un razonamiento más crítico.

4.2.5 *Heurísticas metacognitivas: planificación, monitoreo y evaluación*

Finalmente, varios estudios incorporan dispositivos de corte metacognitivo, tales como:

- Diarios de aprendizaje.
- Lista de chequeo para revisar la solución.
- Preguntas de autoevaluación (“¿qué sé?”, “¿qué me falta?”, “¿qué haría distinto la próxima vez?”).
- Y rúbricas que invitan a valorar el propio proceso, no solo el resultado numérico.

Estas heurísticas metacognitivas suelen combinarse con las anteriores: por ejemplo, después de resolver un problema con una guía estructurada, se pide al estudiante que escriba qué parte le resultó más difícil y cómo la abordó. Los resultados reportan

mejoras tanto en la autoconciencia del propio aprendizaje como en la persistencia ante la dificultad, aspectos clave para la permanencia en carreras STEM.

4.3 Resultados relacionados con competencias cognitivas

Una segunda dimensión de análisis se centra en los efectos de las estrategias heurísticas sobre competencias cognitivas relacionadas con la Física: comprensión conceptual, razonamiento cualitativo y cuantitativo, modelación y transferencia a problemas no rutinarios.

De los 65 estudios incluidos, la mayoría reporta algún tipo de mejora cognitiva asociada a la implementación de estrategias heurísticas, aunque con matices y diferencias según el diseño y la duración de las intervenciones.

4.3.1 *Comprensión conceptual y cambio de concepciones*

En varios trabajos se utilizaron pruebas conceptuales estandarizadas (o adaptadas) para medir cambios en comprensión de temas específicos. De forma general, se observa que:

- Las estrategias que combinan análisis cualitativo previo con representaciones múltiples tienden a producir mejoras significativas en la comprensión conceptual.
- Los estudiantes que participan en intervenciones heurísticas muestran una reducción de concepciones alternativas persistentes, aunque estas no desaparecen por completo.

Algunos estudios señalan que la mejora conceptual no es uniforme: ciertos subtemas (por ejemplo, el principio de superposición o la interpretación de gráficos de movimiento) muestran avances más claros que otros (como la comprensión profunda de campo y potencial). Este hallazgo refuerza la idea de que la heurística no actúa como “solución mágica”, sino como un contexto que facilita el trabajo conceptual cuando se aplica de manera sostenida.

4.3.2 *Razonamiento cualitativo y cuantitativo en resolución de problemas*

En términos de resolución de problemas, varios estudios reportan que, tras la implementación de guías heurísticas, los estudiantes:

- Justifican mejor la elección de principios físicos.
- Son más capaces de explicar sus procedimientos.
- Y muestran un mayor control sobre los pasos intermedios del cálculo.

Sin embargo, algunos trabajos advierten que la mejora en el razonamiento cualitativo no siempre se traduce en una mejora igualmente fuerte en el razonamiento cuantitativo. En ciertos grupos, los estudiantes logran explicar el fenómeno de manera adecuada, pero siguen cometiendo errores algebraicos o de manipulación de ecuaciones. Esto sugiere que las estrategias heurísticas deben complementarse con un trabajo sistemático sobre las habilidades matemáticas necesarias para la Física.

4.3.3 *Transferencia a problemas no rutinarios*

Una preocupación recurrente en la literatura es la capacidad del estudiante para transferir lo aprendido a situaciones nuevas. Los estudios que evalúan este aspecto suelen incluir problemas que:

- Modifican ligeramente las condiciones conocidas.
- Introducen contextos diferentes (por ejemplo, pasar de ejemplos de laboratorio a aplicaciones tecnológicas o cotidianas).
- O exigen combinar dos o más conceptos.

Los resultados indican que los grupos expuestos a estrategias heurísticas muestran, en general, una mayor capacidad de transferencia que los grupos de control. No obstante, esta mejora es más notoria cuando las intervenciones tienen una duración prolongada (un semestre completo o más) y cuando el docente hace explícitas las conexiones entre los distintos tipos de problemas, en lugar de tratar cada ejercicio como un caso aislado.

4.4 Resultados relacionados con competencias metacognitivas

Además de las competencias cognitivas, una parte importante de los estudios analizados se interesa por las competencias metacognitivas: planificación del estudio, monitoreo de la comprensión, evaluación de errores y regulación de estrategias.

4.4.1 Planificación y organización del estudio

Los trabajos que incorporan diarios de aprendizaje, guías de planificación o actividades de diseño de planes de estudio reportan cambios positivos en la forma en que los estudiantes organizan su tiempo y sus recursos. En particular se observa que:

- Disminuye la tendencia a estudiar “solo antes del examen”.
- Aumenta el uso de estrategias de revisión activa (explicar en voz alta, rehacer problemas, comparar soluciones).
- Y se vuelven más frecuente la práctica de revisar errores anteriores como parte del estudio.

Estos resultados se vinculan directamente con la idea de que la heurística no solo orienta la resolución de problemas en clase, sino que puede extenderse a la organización del trabajo autónomo fuera del aula.

4.4.2 Monitoreo de la comprensión y evaluación de respuestas

Varios estudios utilizan cuestionarios de metacognición y tareas específicas de autoevaluación para medir el monitoreo de la comprensión. Los hallazgos indican que, tras las intervenciones, los estudiantes:

- Son más conscientes de cuándo no han comprendido un concepto.
- Recurren con mayor frecuencia a estrategias de comprobación (por ejemplo, analizar la coherencia física de una respuesta antes de entregarla).
- Y son capaces de explicar con más precisión en qué parte del proceso se equivocaron.

No todos los estudios reportan mejora cuantitativamente “altas”, pero sí una tendencia consistente hacia un mayor control del proceso por parte del estudiante, lo que

resulta especialmente relevante en un contexto de educación superior donde la autonomía es un objetivo formativo clave.

4.4.3 Actitudes, autoeficacia y permanencia en las carreras STEM

Aunque no todos los trabajos incluyen indicadores afectivos, algunos estudios señalan cambios en actitudes hacia la Física, percepción de autoeficacia y, en menor medida, en tasas de aprobación y abandono. En general, se observa que:

- Los estudiantes perciben clases basadas en estrategias heurísticas como más exigentes, pero también más significativas.
- Aumenta la confianza en su capacidad para enfrentar problemas nuevos.
- Y se reduce la idea de que “la Física es solo para personas muy inteligentes”.

En algunos contextos, se reporta una mejora moderada en las tasas de aprobación y una disminución en la deserción temprana de cursos críticos, aunque estos resultados suelen depender también de factores institucionales más amplios (carga académica, apoyo tutorial, políticas de evaluación, etc.).

4.5 Dificultades y condiciones para la implementación de estrategias heurísticas

No todos los hallazgos son positivos o lineales. Una contribución importante de la revisión consiste en identificar dificultades y condiciones de contexto que inciden en la implementación de las estrategias heurísticas.

Entre las dificultades más frecuentes se encuentran:

- **Limitación de tiempo** en cursos ya sobrecargados de contenidos. Integrar fases de análisis cualitativo, comparación de soluciones o reflexión metacognitiva exige reorganizar el programa y, en algunos casos, renunciar a cierta cantidad de problemas resueltos de forma rutinaria.
- **Falta de formación específica del profesorado** en didáctica de la Física y estrategias heurísticas. Varios estudios señalan que el éxito de las intervenciones depende, en gran medida, del acompañamiento del docente, su disposición a experimentar y su capacidad para gestionar la participación activa del estudiantado.

- **Resistencia inicial de los estudiantes**, acostumbrados a clases centradas en explicación magistral y resolución “rápida” de ejercicios. En los primeros momentos, algunos perciben las actividades heurísticas como “más complicadas” o “más lentas”, hasta que logran apreciar sus beneficios.
- **Condiciones institucionales** (tamaño de los grupos, disponibilidad de recursos, modalidad presencial / virtual) que pueden facilitar o dificultar el uso de representaciones múltiples, el trabajo colaborativo o el seguimiento individualizado.

Al mismo tiempo, los estudios incluyen recomendaciones sobre condiciones favorables para el éxito de estas estrategias:

- Iniciar las intervenciones en los primeros cursos de Física, de manera gradual.
- Combinar trabajo individual y colaborativo.
- Explicitar los propósitos de las actividades heurísticas.
- Y vincular la evaluación con el proceso, no solo con el resultado numérico final.

4.6 Síntesis integradora frente a preguntas y objetivos de la investigación

Finalmente, es necesario articular los hallazgos descritos con las preguntas de investigación y los objetivos formulados en el Capítulo I.

1. ¿Qué estrategias heurísticas se han empleado en la enseñanza de la Física en los últimos cinco años?

La revisión de los 65 estudios revela una diversidad de estrategias que pueden agruparse en: guías estructuradas de resolución de problemas, uso de representaciones múltiples y diagramas heurísticos, análisis cualitativo previo y modelización guiada, analogías y casos análogos, y dispositivos metacognitivos para la planificación, monitoreo y evaluación del aprendizaje. En la práctica, muchas experiencias combinan varias de estas estrategias, configurando entornos de aprendizaje más ricos y exigentes que la enseñanza tradicional centrada en la exposición y la repetición de ejercicios.

2. ¿Qué efectos tienen en el razonamiento, la comprensión conceptual y la

resolución de problemas?

En términos generales, los estudios reportan mejoras significativas en comprensión conceptual y en la calidad del razonamiento al resolver problemas, especialmente cuando las intervenciones se sostienen durante un semestre completo o más. Se observa una reducción de concepciones alternativas y una mayor capacidad para justificar las soluciones, aunque persisten desafíos ligados a la precisión matemática y a la consolidación de ciertos conceptos complejos.

3. ¿Cómo influyen en la metacognición y la autorregulación del aprendizaje?

Las estrategias heurísticas que incorporan componentes metacognitivos -diarios, autoevaluaciones, lista de chequeo, reflexión sobre el proceso- se asocian con una mayor conciencia de las propias dificultades, una planificación del estudio más estructurada y un incremento en el uso de estrategias de revisión activa. Aunque los cambios no son homogéneos en todos los contextos, la tendencia apunta a un fortalecimiento gradual de la autorregulación, considerada clave para la permanencia y el éxito de carreras STEM.

4. ¿Qué enfoques heurísticos han demostrado ser más efectivos según diferentes contextos educativos?

No es posible establecer un “ranking” absoluto de efectividad, dado que los estudios difieren en diseño, duración y contexto. Sin embargo, la síntesis sugiere que las intervenciones más robustas son aquellas que:

- Combinan análisis cualitativo previo, representaciones múltiples y reflexión metacognitiva.
- Se implementan de manera sostenida a lo largo del curso.
- Y cuentan con un profesorado formado en didáctica de la Física y estrategias activas.

En contextos con grupos grandes o recursos limitados, parecen funcionar mejor las estrategias que pueden aplicarse de manera colectiva (discusión de soluciones, uso de diagramas compartidos, etc.), apoyadas por recursos digitales cuando es posible.

5. ¿Qué vacíos persisten en la literatura reciente y hacia dónde podría avanzar la investigación?

La revisión identifica varios vacíos: escasez de estudios en universidades latinoamericanas, falta de investigaciones longitudinales que sigan a los estudiantes más allá de un solo curso, limitada disponibilidad de instrumentos específicos para medir metacognición en Física y poca atención a poblaciones tradicionalmente marginadas o con trayectorias educativas no convencionales. Estas brechas señalan la necesidad de futuras investigaciones que combinen enfoques cualitativos y cuantitativos, que exploren contextos diversos y que desarrollen herramientas de evaluación más finas para los procesos cognitivos y metacognitivos.

En conjunto, los resultados del Capítulo IV confirman que las estrategias heurísticas constituyen una vía prometedora para enfrentar problemas persistentes en la enseñanza de la Física universitaria, pero también muestran que su efectividad depende de condiciones pedagógicas e institucionales que deben ser cuidadosamente consideradas.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1 Denominación de la propuesta

La propuesta que se desprende de esta revisión sistemática se denomina:

“Lineamientos heurísticos para el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas en la enseñanza de la Física universitaria”.

El nombre busca reflejar tres ideas centrales:

- a) El foco en la heurística como enfoque de trabajo con problemas y fenómenos físicos.
- b) La intención de fortalecer competencias cognitivas y metacognitivas, más allá del simple dominio procedimental.
- c) El carácter de lineamientos y no de “receta cerrada”, de modo que la propuesta pueda ser adaptada a distintos contextos institucionales, asignaturas y realidades estudiantiles.

5.2 Naturaleza y definición de la propuesta

A partir de los 65 estudios analizados, la propuesta se concibe como un marco orientador para el diseño, implementación y evaluación de estrategias heurísticas en cursos de Física de educación superior. No se trata de un único modelo didáctico, sino de un conjunto de principios, componentes y decisiones clave que el profesorado puede articular de diferentes maneras según su contexto.

De forma sintética, la propuesta puede definirse como:

Un conjunto integrado de lineamientos pedagógicos y didácticos que orientan al profesorado de Física universitaria en el diseño de experiencias de aprendizaje centradas en la resolución heurística de problemas, con el propósito de potenciar el razonamiento conceptual, la transferencia de conocimientos y la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de educación superior.

Esta definición se apoya en tres pilares:

- **Pilar 1: Enfoque en problemas y modelos.**

La Física se aborda como un campo donde se construyen modelos para explicar y predecir fenómeno, no solo como un repertorio de fórmulas. Las actividades se organizan alrededor de situaciones problema que exigen analizar, representar, justificar y evaluar, antes y después del cálculo formal.

- **Pilar 2. Heurísticas explícitas.**

En lugar de esperar que el estudiante “descubra” por sí solo cómo razonar, se explicitan estrategias como: analizar cualitativamente la situación, identificar datos relevantes, dibujar esquemas, buscar casos análogos, estimar resultados y revisar la coherencia de la solución. Estas heurísticas se trabajan de forma sistemática, no anecdótica.

- **Pilar 3: Metacognición y autorregulación.**

Cada experiencia con problemas incluye momentos de reflexión sobre el propio proceso: qué funcionó, qué no, qué se podría hacer distinto, qué indicios ayudan a detectar errores. Se integran instrumentos sencillos (diarios breves, autoevaluaciones, rutinas de pensamiento) que permitan a los estudiantes tomar conciencia de cómo aprenden.

5.2.1 Objetivo general de la propuesta

El objetivo de la propuesta es:

Orientar el diseño de experiencias de enseñanza de la Física universitaria basadas en estrategias heurísticas explícitas, con el fin de favorecer el desarrollo integrado de competencias cognitivas (razonamiento, modelización, transferencia) y metacognitivas (planificación, monitoreo, evaluación) en estudiantes de educación superior.

5.2.2 Objetivos específicos de la propuesta

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos de la propuesta:

1. Traducir los principales hallazgos de la revisión sistemática en un conjunto de principios prácticos para el diseño de actividades y secuencias didácticas en Física universitaria.

2. Proponer componentes estructurales mínimos para la incorporación de heurísticas en cursos de Física (tipos de tareas, formas de acompañamiento docente, recursos y modos de evaluación).
3. Sugerir estrategias concretas para integrar la metacognición y la autorregulación del aprendizaje en el trabajo con problemas de Física.
4. Ofrecer criterios de adaptación contextual que permitan a las instituciones y docentes ajustar los lineamientos a sus condiciones reales (tamaño de grupo, modalidad presencial / virtual, recursos disponibles).
5. Plantear orientaciones para la evaluación y seguimiento de la propuesta, de modo que no se reduzca a una innovación aislada, sino a un proceso susceptible de mejora continua.

5.3 Componentes estructurales de la propuesta

A partir del análisis de los 65 estudios incluidos en la revisión, es posible identificar una serie de componentes que se repiten en las intervenciones más exitosas. Sobre esa base, la propuesta se organiza en cinco componentes estructurales interrelacionados.

5.3.1 *Componente 1: Diseño de tareas y problemas heurísticos*

Este componente se centra en el tipo de actividades que se propone al estudiantado. Los resultados del Capítulo IV muestran que las intervenciones más efectivas:

- Utilizan problemas no rutinarios, que requieren más que la sustitución de datos en fórmulas.
- Incorporan representaciones múltiples (gráficas, diagramas, esquemas, lenguaje natural, ecuaciones) y piden al estudiante traducir de una a otra.
- Plantean preguntas intermedias (¿qué fuerzas actúan?, ¿qué suposiciones estás haciendo?, ¿qué ocurriría si...?) que obligan a explicitar el razonamiento.
- Proponen variantes de un mismo problema, cambiando condiciones, magnitudes o contextos, para favorecer la transferencia y la flexibilidad cognitiva.

Dentro de la propuesta, este componente se traduce en la recomendación de que cada unidad temática incluya al menos:

- Un conjunto de problemas ancla diseñados explícitamente con pasos heurísticos.
- Actividades que pidan explicar y justificar antes de calcular.
- Al menos una tarea que invite a comparar soluciones o caminos de resolución distintos.

5.3.2 Componente 2: Andamiaje heurístico y rol del docente

El segundo componente se refiere al papel del profesorado. La revisión evidenció que las estrategias heurísticas funcionan mejor cuando el docente:

- Modela en voz alta cómo analiza un problema (qué mira primero, qué descarta, qué le genera dudas).
- Ofrece guías o plantillas al inicio (por ejemplo, listas de pasos) y luego las va retirando gradualmente.
- Retroalimenta no solo el resultado, sino el proceso de razonamiento seguido por el estudiante.
- Promueve la discusión en pequeños grupos para contrastar estrategias.

En la propuesta, este componente se concentra en dos ideas clave:

1. Incluir momentos explícitos de modelado docente en cada unidad (por ejemplo, resolver un problema complejo mostrando las dudas, las decisiones y las verificaciones que realiza).
2. Diseñar andamios progresivos: al comienzo del curso, se entregan guías detalladas; a mitad de semestre, se simplifican; al final, se espera que el estudiante pueda reconstruir la heurística sin apoyo escrito.

5.3.3 Componente 3: integración de la metacognición

Los resultados de la revisión mostraron que las intervenciones que logran cambios más sostenidos en el aprendizaje incluyen actividades metacognitivas sencillas pero sistemáticas. En este punto, la propuesta sugiere:

- Incorporar diarios breves de resolución de problemas, donde el estudiante responda preguntas como: “¿Qué heurística utilicé?”, “¿En qué paso me equivoqué?”, “¿Qué haría distinto la próxima vez?”.
- Usar rúbricas o listas de cotejo metacognitivas, que el propio estudiante aplica a su trabajo (por ejemplo, “verifiqué si el resultado tenía sentido físico”, “revisé las unidades”, “dibujé un esquema antes de calcular”).
- Reservar momentos de la clase para socializar estrategias, no solo resultados, de modo que los estudiantes aprendan unos de otros.

Este componente conecta directamente con el objetivo de fortalecer la autorregulación del aprendizaje en Física, señalado en los Capítulos I y II.

5.3.4 Componente 4: Evaluación coherente con la heurística

Otra conclusión importante de los estudios revisados es que, cuando la evaluación sigue centrada exclusivamente en el resultado numérico de problemas rutinarios, las estrategias heurísticas pierden fuerza: el estudiante vuelve a priorizar la rapidez y la memorización de algoritmos.

Por ello, la propuesta enfatiza la necesidad de:

- Incorporar en las evaluaciones ítems que valoren pasos intermedios, argumentos cualitativos y uso de representaciones múltiples.
- Asignar un porcentaje explícito de la calificación a aspectos como la calidad del razonamiento, la claridad de los esquemas y la revisión de la coherencia física.
- Utilizar evaluación formativa (retroalimentaciones cualitativas, autoevaluaciones, coevaluaciones) para apoyar el desarrollo de hábitos heurísticos y metacognitivos.

5.3.5 Componente 5: Adaptación contextual y formación docente

Finalmente, la revisión mostró que la viabilidad de las estrategias heurísticas depende en gran medida del contexto institucional, del tamaño de los grupos y de la formación pedagógica del profesorado. La propuesta, por tanto, incluye un componente explícito de adaptación:

- Sugerir versiones mínimas y ampliadas de las actividades, de modo que puedan aplicarse en grupos numerosos con pocas horas de clase o en contextos con mayor flexibilidad.
- Recomendar espacios de formación docente, formales o informales, donde el profesorado comparta experiencias, materiales y resultados de la implementación de heurísticas.
- Proponer una implementación progresiva: iniciar con uno o dos temas del curso, recoger evidencias y ajustar la estrategia antes de ampliarla a toda la asignatura.

5.4 Justificación de la propuesta

5.4.1 Justificación científica y académica

Desde el punto de vista científico, la propuesta responde directamente a los vacíos identificados en la revisión sistemática:

- La literatura muestra evidencias consistentes de que las estrategias heurísticas mejoran la comprensión conceptual, el razonamiento cualitativo y la capacidad de transferencia, pero estos resultados suelen presentarse de manera dispersa, en contextos específicos. La propuesta sintetiza y organiza esos aportes en un marco coherente y aplicable.
- Varios estudios señalan la necesidad de integrar de forma más explícita la metacognición en la enseñanza de la Física, pero pocas intervenciones ofrecen orientaciones concretas sobre cómo hacerlo de manera sostenible. El enfoque aquí planteado recoge esas recomendaciones y las convierte en componentes estructurales, no accesorios.
- Las revisiones previas tienden a centrarse en un solo tipo de intervención (por ejemplo, representaciones múltiples o instrucción por indagación); en cambio, esta propuesta recoge un conjunto más amplio de estrategias heurísticas y las articula bajo un mismo marco.

En este sentido, la propuesta contribuye al campo de la didáctica de la Física al:

- Traducir resultados de investigación en lineamientos prácticos.

- Identificar condiciones de contexto que favorecen o dificultan la aplicación de la heurística.
- Ofrecer un conjunto organizado de componentes que pueden servir de base para futuros estudios experimentales o de diseño instruccional.

5.4.2 Justificación pedagógica y curricular

Pedagógicamente, la propuesta se justifica por varias razones:

- Aborda de forma directa las dificultades persistentes identificadas en el Capítulo 1: aprendizaje superficial, dependencia de la movilización, baja transferencia a problemas nuevos, ausencia de reflexión sobre el propio proceso de estudio.
- Responde a las exigencias del modelo educativo por competencias, en el que no basta con que el estudiantado recuerde definiciones o procedimientos, sino que debe ser capaz de aplicar, argumentar, modelar y tomar decisiones fundamentadas.
- Se alinea con las tendencias actuales en educación en ciencias, que promueven un aprendizaje centrado en problemas, modelos y prácticas científicas, más que en la simple transmisión de contenidos.

Además, la propuesta es coherente con los principios de aprendizaje significativo, andamiaje y zona de desarrollo próximo: no se espera que los estudiantes adopten estrategias heurísticas de un día para otro, sino que se les ofrece apoyo progresivo, se modela el razonamiento y se generan oportunidades de práctica y reflexión.

5.4.3 Justificación institucional y contextual

En el contexto ecuatoriano y, en particular, en instituciones como la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, la propuesta dialoga con las bases legales y políticas expuestas en el Capítulo II:

- La Constitución de la República del Ecuador y la LOES enfatizan en el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de investigación como fines centrales de la educación superior. Las estrategias heurísticas aportan un camino concreto para trabajar estos fines en una

asignatura clave como la Física.

- El Reglamento de Régimen Académico y las políticas de calidad exigen procesos de innovación pedagógica y mejora continua. Implementar lineamientos basados en evidencia sobre heurística se ajusta a esta demanda, ofreciendo una innovación fundamentada, no solo declarativa.
- El modelo educativo institucional de la PUCE, que subraya la formación integral, el discernimiento crítico y el compromiso con la realidad social, encuentra en esta propuesta una vía para fortalecer la formación científica sin perder de vista la capacidad de análisis y toma de decisiones responsables.

Además, las condiciones reales de las aulas universitarias en Ecuador -grupos heterogéneos, brechas en la preparación previa, demandas de acreditación y evaluación externas- hacen necesario contar con estrategias que:

- No obliguen a una reformulación total del currículo.
- Pero sí permitan reorientar la práctica docente hacia el razonamiento, la comprensión profunda y la autorregulación, sin depender exclusivamente de grandes inversiones en infraestructura.

5.4.4 Justificación social y de proyección futura

Finalmente, la propuesta se justifica en términos sociales y de proyección porque:

- La Física universitaria, sobre todo en los primeros semestres, funciona como una materia filtro que condiciona el acceso y la permanencia en carreras de ingeniería, ciencias y tecnología. Mejorar la manera en que se enseña y se aprende la asignatura tiene un impacto directo en las trayectorias estudiantiles y en las oportunidades del desarrollo profesional.
- Las sociedades contemporáneas demandan profesionales capaces de analizar información compleja, razonar con incertidumbre, interpretar modelos y tomar decisiones informadas en ámbitos como energía, medio ambiente, salud, infraestructura y tecnologías emergentes. Las competencias que se trabajan mediante estrategias heurísticas y metacognitiva en Física están íntimamente ligadas a estas exigencias.
- En contextos marcados por la desigualdad educativa, una enseñanza centrada

en la memorización tiende a profundizar las brechas entre quienes llegan con mayor capital cultural y quienes enfrentan vacíos previos. En cambio, trabajar con heurísticas explícitas y apoyo metacognitivo ofrece herramientas compartidas que pueden ayudar a democratizar el acceso al razonamiento científico.

Además, la propuesta abre líneas claras para la proyección futura:

- Puede servir como base para diseñar programas de formación docente vinculados a la didáctica de la Física y la metacognición.
- Ofrece un marco para desarrollar proyectos de investigación aplicada, en los que se evalúe el impacto de la implementación de estos lineamientos en cursos reales.
- Puede articularse con iniciativas institucionales de innovación curricular, orientadas a fortalecer las competencias científicas y tecnológicas de los estudiantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo general de este trabajo fue explorar de manera sistemática los elementos conceptuales y procedimentales de la heurística aplicados a la enseñanza de la Física, evaluando su impacto en competencias cognitivas y metacognitivas en educación superior. A partir de la revisión de 65 estudios empíricos recientes, es posible afirmar que las estrategias heurísticas representan una vía sólida para enfrentar problemas que vienen siendo señalados de forma reiterada en la literatura: comprensión conceptual frágil, resolución mecánica de ejercicios, baja transferencia a contextos nuevos y escasa autorregulación del estudio.

En relación con el primer objetivo específico, los resultados muestran que la heurística se ha consolidado como un enfoque didáctico, más que como una simple técnica aislada. Los estudios revisados recuperan ideas clásicas de la resolución de problemas y las integran con marcos actuales sobre aprendizaje activo, modelos mentales, uso de representaciones múltiples y metacognición. Esto confirma que el enfoque heurístico se sitúa en el corazón de las discusiones contemporáneas sobre cómo enseñar Física de manera que el estudiante entienda, y no solo calcule.

Respecto al análisis de las intervenciones descritas en la literatura, se identifican procedimientos recurrentes: guías estructuradas de resolución, preguntas orientadoras, análisis cualitativo previo, comparación de casos análogos, uso sistemático de esquemas y momentos de reflexión final. Cuando estos elementos se implementan de forma coherente y sostenida, los estudios reportan mejoras claras en la calidad de las explicaciones, en la coherencia física de las soluciones y en la capacidad de los estudiantes para justificar sus decisiones. Sin embargo, cuando las intervenciones son muy breves o puntuales, los efectos tienden a ser más modestos o inestables.

En el plano de las competencias cognitivas y metacognitivas, la evidencia respalda que las estrategias heurísticas favorecen el razonamiento conceptual, la interpretación de gráficas y la resolución de problemas no rutinarios, especialmente en cursos iniciales de Física. Los efectos metacognitivos también son positivos cuando las intervenciones incorporan diarios de aprendizaje, autoevaluaciones o momentos explícitos de reflexión, aunque esta dimensión aparece menos desarrollada y menos medida de manera rigurosa.

Una conclusión importante es que la metacognición se reconoce con frecuencia en el discurso, pero aún está poco integrada y poco evaluada en muchas experiencias empíricas.

La comparación de enfoques y contextos permite detectar vacíos significativos: predominan estudios de corta duración, con poca presencia de seguimientos longitudinales; la mayoría de las experiencias se desarrollan en contextos con buenos recursos y grupos relativamente pequeños; y existe aún una baja representación de universidades latinoamericanas y de entornos con alta heterogeneidad estudiantil. También se aprecia la necesidad de contar con instrumentos específicos y validados para medir la metacognición en Física, lo que limita la posibilidad de comparar resultados entre investigaciones.

Como toda revisión sistemática, este trabajo presenta fortalezas y limitaciones. Entre las fortalezas destacan el uso de un protocolo explícito de búsqueda y selección, la combinación de análisis descriptivo y temático, y la integración de múltiples tipos de documentos y bases de datos. Entre las limitaciones, es necesario reconocer el marco temporal acotado (2020-2024), la restricción a publicaciones en español e inglés y la heterogeneidad de diseños e instrumentos que impide realizar un metaanálisis estadístico formal. Estas limitaciones invitan a leer las conclusiones con prudencia: lo aquí presentado ofrece un mapa actualizado y consistente del campo, pero no agota las posibilidades de estudio.

En síntesis, la revisión confirma que la heurística tiene un potencial real para transformar la experiencia de aprender Física en la universidad, siempre que se diseñe de manera explícita, se acompañe con andamiajes adecuados y se vincule con la evaluación de competencias cognitivas y metacognitivas. Al mismo tiempo, deja abiertas preguntas relevantes sobre la sostenibilidad de sus efectos, su adaptación a contextos con menos recursos y su integración en modalidades virtuales e híbridas.

A partir de los hallazgos y en coherencia con los objetivos de la investigación, se proponen recomendaciones, dirigidas tanto a la práctica docente como a las instituciones y a futuras líneas de investigación.

En primer lugar, se recomienda que los docentes de física universitaria diseñen secuencias heurísticas explícitas y sostenibles, en lugar de actividades aisladas. Esto implica organizar las unidades de aprendizaje en fases claras (análisis cualitativo, descomposición del problema, representación múltiple, resolución, verificación y reflexión) y hacer visibles estos pasos para el estudiantado. Asimismo, resulta conveniente incorporar espacios breves pero sistemáticos de autoexplicación y autoevaluación, de modo que el estudiante no solo aplique una estrategia, sino que piense sobre cómo y por qué la está usando.

En segundo lugar, se sugiere a las facultades e instituciones de educación superior integrar la heurística y la metacognición en la formación docente, tanto inicial como continua. La evidencia revisada indica que muchas de las dificultades para implementar estas estrategias no se deben únicamente a la falta de tiempo, sino a la ausencia de espacios formativos donde el profesorado pueda diseñar, probar y ajustar secuencias heurísticas con acompañamiento pedagógico. Favorecer proyectos de aula, seminarios internos y líneas de investigación en didáctica de la Física puede contribuir a cerrar la brecha entre lo que la literatura propone y lo que ocurre en las aulas.

En tercer lugar, se plantean algunas líneas de investigación futura: desarrollar estudios longitudinales que analicen la estabilidad de los aprendizajes heurísticos en cursos posteriores; ampliar el número de investigaciones en contextos latinoamericanos y en grupos numerosos; diseñar y validar instrumentos específicos para evaluar metacognición en Física; y explorar el potencial de las estrategias heurísticas en entornos virtuales e híbridos, donde el acompañamiento docente adopta formas distintas a las tradicionales. Abordar estas líneas permitiría fortalecer la solidez de la evidencia y responder a varias de las cuestiones que en esta tesis han quedado abiertas.

Por último, se recomienda que los resultados de esta revisión se utilicen como insumo para la toma de decisiones curriculares y didácticas, no como un modelo único e inmutable. La heurística ofrece un marco potente y flexible, pero su impacto dependerá siempre de cómo se adapte a las características de cada institución, de cada curso y de cada grupo de estudiantes. La principal proyección de este trabajo es, precisamente, invitar a seguir experimentando, documentando y reflexionando sobre maneras de

enseñar Física que ayuden a los estudiantes a pensar, a regular su aprendizaje y a enfrentar con mayor confianza los desafíos conceptuales de la disciplina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, A., Rao, A. M., Alhazimi, A. M., Ismail, M. M., & Fahmy, E. K. (2023). Integrating High-Impact Practices (HIPs) In Medical Curriculum At Northern Border University: Strengths, Challenges, and Examples. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.39938>
- Al Dehaybes, M., Deprez, J., van Kampen, P., & De Cock, M. (2025). Students' understanding of two-variable calculus concepts in mathematics and physics contexts. II. The gradient and the Laplacian. *Physical Review Physics Education Research*, 21(1), 010132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010132>
- Almea Zambrano, L. J., Yantalema de la Cruz, B. K., Aguirre León, C. E., Cadena Gómez, M. N., & Lara Lascano, C. J. (2025). "Análisis de la relación entre la física y la matemática en la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato: una revisión sistemática." *ASCE*, 4(3), 35–54. <https://doi.org/10.70577/ASCE/35.54/2025>
- Amiruddin, M. Z. Bin, Samsudin, A., Suhandi, A., Kaniawati, I., Aminudin, A. H., COŞTU, B., Suliyanah, S., Sunarti, T., Irfan, A. E. B. M., & Purwanto, M. G. (2024). A Literature Review on Conceptual Change: How Does it Contribute to Science Education? *International Journal of Current Educational Research*, 3(1), 29–42. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v3i1.267>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES*. <https://www.ces.gob.ec/documentos/Normativa/LOES.pdf>
- Asy'ari, M., Prayogi, S., Samsuri, T., & Muhali, M. (2023). How Does Metacognitive Knowledge Potential Impact on the Academic Success of Prospective Science Teachers? *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 11(4), 1122. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i4.10419>
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. <https://books.google.com.co/books?id=VufcU8hc5sYC&printsec=frontcover&hl=es&pli=1#v=onepage&q&f=false>
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Barnabas, E., & Emaikwu, S. O. (2023). Adaptation of Meta-Cognitive Awareness Inventory in Physics (MAIP) for Public and Private Senior Secondary School Nigerian Students. *Journal of Research in Science and Mathematics Education (J-RSME)*, 2(2), 49–63. <https://doi.org/10.56855/jrsme.v2i2.290>
- Barzilai, S., & Chinn, C. A. (2024). The AIR and Apt-AIR Frameworks of Epistemic Performance and Growth: Reflections on Educational Theory Development. *Educational Psychology Review*, 36(3), 91. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09927-5>
- Bohórquez Guevara, V. M. (2024). Desafíos en la Enseñanza de la Física: Análisis a partir de una Revisión Bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8702–8715. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10202
- Boudreaux, A., Kanim, S. E., Olsho, A., Brahmia, S. W., Zimmerman, C., & Smith, T. I. (2020). *Toward a framework for the natures of proportional reasoning in introductory physics*. 45–50. <https://doi.org/10.1119/perc.2020.pr.Boudreaux>

- Bransford, J. D., & Schwartz, D. L. (1999). Chapter 3: Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. *Review of Research in Education*, 24(1), 61–100. <https://artstart2011.pbworks.com/f/Bransford%2B%2526%2BSchwartz-transfer.pdf>
- Cheng, X. (2025). Conceptual Change in Science Education: From Cold to Hot Approaches. *Science Insights Education Frontiers*, 26(1), 4199–4201. <https://doi.org/10.15354/sief.25.co381>
- Damme, D. Van, & Zahner, D. (2022). *Does Higher Education Teach Students to Think Critically?* <https://doi.org/10.1787/cc9fa6aa-en>
- de Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 31(2), 105–113. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3102_2
- Dennis, J. L., & Somerville, M. P. (2023). Supporting thinking about thinking: examining the metacognition theory-practice gap in higher education. *Higher Education*, 86(1), 99–117. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00904-x>
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Dessie, E., Gebeyehu, D., & Eshetu, F. (2023). Enhancing critical thinking, metacognition, and conceptual understanding in introductory physics: The impact of direct and experiential instructional models. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2287. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13273>
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.020119>
- Doyan, A., Susilawati, S., Annam, S., Muliyadi, L., Megahati, R. R. P., Hutabarat, R. A., Ikhsan, M., & Ardianti, N. R. (2024a). The Trends Research of Conceptual Mastery in Students' Physics Learning (2015-2024): A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 323–332. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.7827>
- Doyan, A., Susilawati, S., Annam, S., Muliyadi, L., Megahati, R. R. P., Hutabarat, R. A., Ikhsan, M., & Ardianti, N. R. (2024b). The Trends Research of Conceptual Mastery in Students' Physics Learning (2015-2024): A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6), 323–332. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.7827>
- Dulger, Z., & Ogan-Bekiroglu, F. (2024). Examination of the Relationship between Metacognitive Awareness and Problem Solving Strategies. *International Journal of Research in Education and Science*, 10(3), 595–611. <https://doi.org/10.46328/ijres.3454>
- Ejecutivo, D., Suplemento, R. O., & Delgado, R. C. (2011). *REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR Estado: Vigente*. <https://www.ces.gob.ec/wp-content/uploads/2019/10/Reglamento-General-a-la-LOES.pdf>
- Etkina, E., Brookes, D. T., & Planinsic, G. (2019). *Investigative Science Learning Environment*. Morgan & Claypool Publishers. <https://doi.org/10.1088/2053-2571/ab3ebd>
- Etkina, E., Brookes, D. T., & Planinsic, G. (2020). Investigative Science Learning Environment: Learn Physics by Practicing Science. In J. J. Mintzes & E. M. Walter

- (Eds.), *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice* (pp. 359–383). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_23
- Etkina, E., Gregorcic, B., & Vokos, S. (2017). Organizing physics teacher professional education around productive habit development: A way to meet reform challenges. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010107>
- Flores, J. A., & Sánchez, R. (2024). *Nuevas perspectivas de la investigación en física educativa* (J. A. Flores Cruz & R. Sánchez Sánchez, Eds.). Ediciones Comunicación Científica. <https://doi.org/10.52501/cc.219>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Geller, B. D., Rubien, J., Hiebert, S. M., & Crouch, C. H. (2022). Impact of introductory physics for the life sciences in a senior biology capstone course. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 010120. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010120>
- Georgina Elizabeth Soledispa Chico, G. E., & Parra Romero, S. M. (2024). Heuristic Strategies in Mathematical Problem-Solving Skills. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 28(Special), 88–97. <https://doi.org/10.47460/uct.v28iSpecial.775>
- Good, M., Maries, A., & Singh, C. (2019). Impact of traditional or evidence-based active-engagement instruction on introductory female and male students' attitudes and approaches to physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020129>
- Hallett, J., & De, S. (2022). Global Education in STEM and Healthcare: Implications of COVID-19. *Advanced Journal of Social Science*, 10(1), 14–29. <https://doi.org/10.21467/ajss.10.1.14-29>
- Hsu, L., Brewe, E., Foster, T. M., & Harper, K. A. (2004). Resource Letter RPS-1: Research in problem solving. *American Journal of Physics*, 72(9), 1147–1156. <https://doi.org/10.1119/1.1763175>
- Iwuanyanwu, P. N. (2022). Facilitating Problem Solving in a University Undergraduate Physics Classroom: The Case of Students' Self-Efficacy. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(2), e2270. <https://doi.org/10.21601/ijese/11802>
- Jesus, A. C. S., & Nardi, R. (2019). The Presence of Physics Education Research in the Curriculum of an Initial Teacher Education Programme. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012045>
- Kassie, M., Tadele, A., Beza, L., Adal, O., & Azazh, A. (2025). Evidence-based practice utilization and associated factors among nurses in the emergency department of selected public hospitals, Addis Ababa, Ethiopia, 2024: cross-sectional study. *BMC Health Services Research*, 25(1), 628. <https://doi.org/10.1186/s12913-025-12810-w>
- Kurniaty, D., Muslim, M., & Novia, H. (2025). Thinking About Thinking in Physics: A Systematic Review on Metacognitive Approaches for Secondary Students. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(4), 2246–2266. <https://doi.org/10.23960/jpmipa.v26i4.pp2246-2266>

- Legislativo, D. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Lopez-Jimenez, P. A., Gil-Duque, G. M., & Garces-Gómez, Y. A. (2021). Real Problem Solving as a Teaching Strategy for Physics Education: Case Study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 15–23. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i1.25669>
- Malawau, S. (2023). Analysis of Students' Metacognition Skills in Solving Static Fluid Problems. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7749–7756. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.5148>
- Mason, A., & Singh, C. (2010). Do advanced physics students learn from their mistakes without explicit intervention? *American Journal of Physics*, 78(7), 760–767. <https://doi.org/10.1119/1.3318805>
- McPadden, D., & Brewe, E. (2017). Impact of the second semester University Modeling Instruction course on students' representation choices. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020129>
- Meltzer, D. E., & Thornton, R. K. (2012). Resource Letter ALIP–1: Active-Learning Instruction in Physics. *American Journal of Physics*, 80(6), 478–496. <https://doi.org/10.1119/1.3678299>
- Mihret, Z., Alemu, M., & Assefa, S. (2023). Assessment of pre-service physics teachers' conceptual understanding in electricity and magnetism. *Momentum: Physics Education Journal*, 7(1), 33–47. <https://doi.org/10.21067/mpej.v7i1.7990>
- Modi, M. (2024). Meta-cognition-Driven Problem Solving in Physics Education. *Graduate Journal of Interdisciplinary Research, Reports and Reviews*. <https://doi.org/10.34256/gjir3.v2i02.32>
- Mohd Abeden, N. A., & Siew, N. M. (2022). Assessing Students' Critical Thinking and Physics Problem-Solving Skills in Secondary Schools. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(6), e001584. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i6.1584>
- Mota, A. R., Didiş Körhasan, N., Miller, K., & Mazur, E. (2019). Homework as a metacognitive tool in an undergraduate physics course. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010136. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010136>
- Munfaridah, N., Avraamidou, L., & Goedhart, M. (2021). The Use of Multiple Representations in Undergraduate Physics Education: What Do we Know and Where Do we Go from Here? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), em1934. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9577>
- Muñoz, D., & Hernández, F. (2024). *Implementación de un Modelo Heurístico para la Enseñanza – Aprendizaje de la Física en la educación superior*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20228.85126>
- Musengimana, T., Yadav, L. L., Uwamahoro, J., & Nizeyimana, G. (2025a). Assessing physics students' problem-solving skills: a baseline investigation. *Discover Education*, 4(1), 196. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00640-1>
- Musengimana, T., Yadav, L. L., Uwamahoro, J., & Nizeyimana, G. (2025b). Instructional strategies for enhancing students' problem-solving skills in physics: a systematic review. In *Discover Education* (Vol. 4, Issue 1). Discover. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00733-x>

- OCDE. (2022). *Panorama de la educación 2022: Indicadores de la OCDE (Education at a Glance 2022: OECD Indicators)*. https://stecyl.net/wp-content/uploads/2022/10/Panorama-de-la-Educacion-OCDE2022-Esp.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Oliveira, A. W., Musah, R. A., Zacharia, Z. C., avlou, Y., Sgro, C. M., Lathrop, R., Kim, Y., Espinosa, K., Japashov, N., & Park, J. (2025). The Persistent Problem of Undergraduate Student Attrition in STEM. *International Educational Review*, 3(1), 85–111. <https://doi.org/10.58693/ier.316>
- Pedraja-Rejas, L., Rodríguez-Ponce, E., Muñoz-Fritis, C., & Laroze, D. (2023). Sustainable Development Goals and Education: A Bibliometric Review—The Case of Latin America. *Sustainability*, 15(12), 9833. <https://doi.org/10.3390/su15129833>
- Pigart, C. J., Cohen, K. A., McDanal, R., Schleider, J. L., & Cooper, K. M. (2025). STEM, gender, and mental health: Understanding depression and anxiety in a national undergraduate sample. *PLOS Mental Health*, 2(8), e0000364. <https://doi.org/10.1371/journal.pmen.0000364>
- Polya, G. (2014). How to Solve It. In *A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press. <https://doi.org/doi:10.1515/9781400828678>
- Rachmawati, O. Q., Purwaningsih, E., & Parno, P. (2024). Improvement of Students' Problem-Solving Skill on Physics Learning: A Meta-Analysis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12(2), 232. <https://doi.org/10.20527/bipf.v12i2.18462>
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2011). The role of teachers in facilitating situational interest in an active-learning classroom. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.06.025>
- Santelices, M. V., & Celis, S. (2022). Introduction to the special issue: Student experience in Latin American higher education. *Education Policy Analysis Archives*, 30. <https://doi.org/10.14507/epaa.30.7549>
- Sapulete, H., Sopacua, F., & Sopacua, V. (2024a). The Analysis of Students' Metacognitive Skills in Physics through Problem-Solving Strategies in Physics Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 4453–4460. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.7102>
- Sapulete, H., Sopacua, F., & Sopacua, V. (2024b). The Analysis of Students' Metacognitive Skills in Physics through Problem-Solving Strategies in Physics Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 4453–4460. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.7102>
- Siswanto, D. A. C., Iswanto, B. H., & Rahmawati, Y. (2025). The Impact of Mobile Learning on Physics Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 11(1), 13–26. <https://doi.org/10.21009/1.11102>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Solorio, C. D., Gire, E., & Roundy, D. (2021). Interactive remote interviews during emergency remote teaching. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020114. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020114>
- Sundstrom, M., Gambrell, J., Green, C., Traxle, A. L., & Brewe, E. (2025). *Relative benefits of different active learning methods to conceptual physics learning*.

- Toro, S. (2022). Self-Regulated Learning Strategies for the Introductory Physics Course With Minimal Instructional Time Required. *Journal of College Science Teaching*, 51(5), 16–22. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2022.12290577>
- Twahirwa, J. N., & Ntivuguruzwa, C. (2024). Enhancing teachers' and students' conceptual understanding of physics through smart classrooms and comprehensive assessment management information system. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2365108>
- V, D., E, R., & S, A. (2025). Evaluating the Impact of Metacognitive and Neurocognitive Interventions on Enhancing Competencies of Physics Student Teachers in Integrated B.Ed. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 48–67. <https://doi.org/10.54392/ajir2514>
- Valencia, D. (2025). *Universidad Andina Simón Bolívar*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/10407/1/T4524-MIE-Valencia-Metodologias.pdf>
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Yaacob, Z., Abdullah, N., Razali, F., & Syed Aris, S. R. (2025). Bridging the Gap – A Systematic Review of Retention and Attrition in STEM Education Across the Academic Pipeline. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(3). <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v14-i3/26207>
- Zohar A., & S., B. (2015). Metacognition and teaching higher order thinking (HOT) in science education. In *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking* (pp. 229–242). Routledge.

ANEXOS

Anexo 1. Secuencia heurística para la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en el curso de Física universitaria

1. Datos generales de la secuencia

- **Asignatura:** Física I – Mecánica
- **Tema:** Segunda Ley de Newton en movimiento rectilíneo
- **Nivel:** Primer semestre de carreras de Ingeniería / Ciencias
- **Duración estimada:** 2 sesiones de 2 horas (o 1 sesión extendida de 3-4 horas)
- **Enfoque:** Resolución heurística de problemas con énfasis en análisis cualitativo, representaciones múltiples y reflexión metacognitiva

2. Objetivo de aprendizaje de la secuencia

Que el estudiante comprenda y aplique la Segunda Ley de Newton en situaciones de movimiento rectilíneo, utilizando estrategias heurísticas que le permitan:

- Analizar cualitativamente la situación física antes de calcular.
- Representar el problema con diagramas de cuerpo libre y otras representaciones.
- Modelar la situación mediante relaciones matemáticas coherentes.
- Verificar y justificar sus resultados desde el punto de vista físico.
- Reflexionar sobre las estrategias utilizadas y sus errores frecuentes.

3. Estructura general de la secuencia heurística

La secuencia se organiza en cinco fases:

1. Activación y exploración cualitativa del problema.
2. Representaciones múltiples y descomposición del problema.
3. Modelación matemática y resolución guiada.
4. Verificación, contraste y generalización.
5. Reflexión metacognitiva y autorregulación.

Fase 1. Activación y exploración cualitativa

Propósito: Conectar el problema con experiencias cotidianas, activar conocimientos previos y evitar que el estudiante salte directamente a “buscar fórmulas”.

Actividad 1. Situación problema inicial (discusión guiada)

El docente presenta una situación contextualizada, por ejemplo:

“Un carrito de laboratorio de 2 kg es empujado sobre una pista horizontal casi sin rozamiento. Una estudiante aplica una fuerza horizontal constante y observa que el carrito aumenta su rapidez de forma cada vez más notable. ¿Qué relación existe entre la fuerza aplicada, la masa del carrito y la variación de su velocidad?”

Preguntas heurísticas orales (sin cálculo todavía)

- ¿Qué cambiaría si el carrito fuera más pesado?
- ¿Qué pasaría si la misma fuerza se aplicara durante más tiempo?
- ¿Cómo describirías, con tus palabras, la relación entre fuerza y cambio de movimiento?
- ¿Hay fuerzas que se oponen al movimiento en este caso? ¿Son importantes o podemos despreciarlas?

Los estudiantes responden primero individualmente (2-3 minutos) y luego en parejas o pequeños grupos. El docente recoge respuestas diversas en la pizarra, sin juzgarlas aún como correctas o incorrectas, sino resaltando ideas clave (fuerza, masa, cambio de velocidad, tiempo, sentido del movimiento).

Fase 2. Representaciones múltiples y descomposición del problema

Propósito: Pasar de la descripción verbal a representaciones físicas y gráficas que hagan visible la estructura del problema.

Actividad 2. Diagrama de cuerpo libre y descomposición

En grupos pequeños, los estudiantes deben:

1. Dibujar el carrito y representar todas las fuerzas que actúan sobre él (peso, normal, fuerza aplicada, posible rozamiento).
2. Identificar la dirección del movimiento y señalar con flechas la resultante de fuerzas.
3. Indicar si las fuerzas se encuentran equilibradas o desequilibradas.

Preguntas heurísticas:

- ¿Qué fuerza es responsable de que el carrito cambie su estado de movimiento?

- ¿Qué fuerzas se “cancelan” entre sí y cuáles no?
- ¿Cómo podrías describir la fuerza neta con una sola flecha?

Actividad 3. Representación gráfica cualitativa

Los grupos construyen, de forma cualitativa (sin números aún):

- Un gráfico velocidad-tiempo, describiendo cómo creen que variará la velocidad mientras la fuerza se mantenga aplicada.
- Un gráfico aceleración-tiempo para el mismo intervalo.

Se discute en plenario:

- ¿La velocidad crece de forma constante, o primero rápido y luego más lento?
- ¿La aceleración es constante? ¿Por qué sí o por qué no?

El docente guía gradualmente hacia la idea de que, con fuerza neta constante y masa constante, la aceleración también es constante.

Fase 3. Modelización matemática y resolución guiada

Propósito: Traducir la comprensión cualitativa del problema en modelos matemáticos claros, evitando que las ecuaciones aparezcan como “recetas” desconectadas de la situación física.

Actividad 4. Introducción y conexión de la Segunda Ley de Newton

A partir de las discusiones previas, el docente formula:

“Hemos visto que fuerza neta y cambio de movimiento están relacionados. Esta relación se formaliza en la Segunda Ley de Newton:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

donde la fuerza neta es la responsable de la aceleración que experimenta la masa”.

Se pide a los estudiantes que, con esta expresión, respondan:

- ¿Qué significa físicamente el signo de la aceleración?
- ¿Qué cambia si se duplica la fuerza neta?
- ¿Qué cambia si se duplica la masa, manteniendo la misma fuerza?

Actividad 5. Problema guiado con pasos heurísticos

Ejemplo de problema numérico:

“Un carrito de laboratorio de masa 2,0 kg se somete a una fuerza horizontal constante de 4,0 N sobre una superficie horizontal sin rozamiento apreciable.

- Calcule la aceleración del carrito.
- Si parte del reposo, determine su velocidad después de 3,0 s.
- Represente cualitativamente los gráficos de aceleración-tiempo y velocidad-tiempo.”

Se propone un formato de resolución heurística con pasos sugeridos:

1. Comprender el problema

- ¿Qué se pide?
- ¿Qué datos tengo?
- ¿Qué suposiciones físicas estoy haciendo (por ejemplo, rozamiento despreciable)?

2. Representar la situación

- Diagrama de cuerpo libre.
- Indicar dirección de la fuerza neta y del movimiento.

3. Planificar la estrategia

- ¿Qué relaciones físicas pueden ser útiles? (Segunda Ley de Newton, cinemática)
- ¿Qué variable conviene calcular primero (aceleración, luego velocidad, etc.)?

4. Ejecutar el plan

- Aplicar $\sum F = ma \rightarrow$ calcular a
- Usar $v = v_0 + at \rightarrow$ calcular v tras 3 s.

5. Verificar y reflexionar

- ¿El valor de la aceleración tiene sentido físico (signo, magnitud)?
- ¿La velocidad obtenida es razonable para el sistema descrito?
- ¿Qué habría ocurrido si la masa fuera mayor o la fuerza menor?

Los estudiantes resuelven primero en pequeños grupos. El docente circula y hace preguntas de andamiaje en lugar de dar directamente la fórmula o el resultado.

Fase 4. Verificación, contraste y generalización

Propósito: Evitar que la solución numérica se vea como el final del proceso; enfatizar la validación del modelo y la conexión con otros casos.

Actividad 6. Comparación de soluciones y discusión de errores típicos.

En plenario:

- Cada grupo explica brevemente su procedimiento.
- El docente recoge en la pizarra errores frecuentes, por ejemplo:
 - Confundir fuerza neta con velocidad.
 - Suponer que mayor velocidad implica mayor fuerza, aunque la fuerza sea constante.
 - Utilizar fórmulas de cinemática sin considerar el signo de la aceleración.

Se discute:

- ¿Qué error conceptual había detrás de cada procedimiento equivocado?
- ¿En qué momento de la resolución heurística (comprensión, representación, planificación, ejecución, verificación) se podría haber detectado el error?

Actividad 7. Generación a nuevos contextos

Se plantean variaciones breves del problema inicial:

- Misma fuerza, masa doble.
- Misma masa, fuerza mitad.
- Introducir un rozamiento apreciable y discutir conceptualmente qué cambia.

Los estudiantes, en grupos, predicen cualitativamente qué ocurrirá con la aceleración y la velocidad en cada caso, antes de calcular. Después, verifican con números simples y discuten si su intuición inicial era correcta.

Fase 5. Reflexión metacognitiva y autorregulación

Propósito: Hacer explícito el “aprender a aprender” Física, para fortalecer competencias metacognitivas.

Actividad 8. Diario metacognitivo breve (5-10 minutos final)

Los estudiantes responden por escrito a preguntas como:

1. Comprensión y estrategias

- ¿Qué fue lo más difícil de la actividad de hoy?
- ¿Qué estrategia te ayudó más: el diagrama, los gráficos, discutir con tu compañero, otra?

2. Errores y ajustes

- ¿En qué parte de la resolución de equivocaste o dudaste más (comprender, representar, planificar, calcular, verificar)?
- Si volvieras a enfrentarte a un problema de este tipo, ¿qué harías diferente?

3. Transferencia

- ¿Cómo crees que estas estrategias heurísticas te pueden servir en otros temas de Física (energía, trabajo, colisiones, etc.)?

Si la institución lo permite, el diario se recoge de forma periódica y se retroalimenta de manera global (por ejemplo, comentando en la siguiente clase las dificultades más frecuentes, sin personalizar).

Anexo 2. Modelo de diario metacognitivo para Física universitaria con enfoque heurístico

Título del instrumento: Diario metacognitivo para la resolución heurística de problemas de Física

Asignatura: _____

Tema / Unidad: _____

Fecha: ____/____/____

Estudiante: _____

Carrera / Paralelo: _____

Instrucciones para el estudiante

Este diario tiene como finalidad ayudarte a pensar cómo aprendes cuando resuelves problemas de Física, especialmente aquellos trabajos con estrategias heurísticas (análisis cualitativo, diagramas, representaciones múltiples, verificación, etc.).

No se evaluará “si te equivocaste o no”, sino qué tan consistente eres de tus procesos de pensamiento y de las estrategias que utilizas. Responde con sinceridad; el objetivo es que puedas mejorar tu forma de estudiar y resolver problemas.

Sección 1. Antes de resolver el problema

1. ¿Qué tan familiar te resulta el tema trabajado hoy?

Marca una opción:

- ☐ 1- Es un tema totalmente nuevo para mí.
- ☐ 2- Lo vi antes, pero casi no lo recuerdo.
- ☐ 3- Tengo algunas ideas, pero con dudas importantes.
- ☐ 4- Me siento relativamente seguro/a, aunque necesito practicar.
- ☐ 5- Me siento muy seguro/a con este tema.

2. ¿Qué esperabas que fuera lo más difícil de la actividad de hoy?

(Puedes marcar más de una opción)

- ☐ Entender el enunciado del problema.
- ☐ Dibujar el diagrama de cuerpo libre.
- ☐ Elegir la fórmula correcta.
- ☐ Organizar los datos y las incógnitas.
- ☐ Interpretar los resultados.

- Otra dificultad (¿cuál?): _____

3. Antes de empezar, ¿tenías una estrategia en mente?

- No, iba a “ver qué salía sobre la marcha”.
- Sí, pensaba seguir siempre el mismo esquema de clase.
- Sí, pensaba primero analizar el problema con palabras y luego usar fórmulas.
- Sí, otra estrategia: _____

Sección 2. Durante la resolución del problema

4. Estrategias que utilizaste mientras resolvías el problema

(Marca las que realmente usaste, no las que “deberías” haber usado)

- Leí varias veces el enunciado para entenderlo mejor.
- Resalté datos y palabras clave.
- Dibujé una figura o esquema general de la situación.
- Hice un diagrama de cuerpo libre.
- Escribí primero las relaciones físicas (leyes, principios) antes de reemplazar números.
- Revisé resultados parciales antes de seguir.
- Compararé el problema con otros que ya había visto.
- Pedí ayuda a un compañero/a o al docente.
- Me quedé bloqueado/a y no supe cómo avanzar.

5. En qué momento sentiste más dificultad durante la actividad

(Marca una o dos opciones principales)

- Al interpretar el problema (comprender qué pasaba físicamente).
- Al decidir qué fuerzas actuarían y cómo dibujarlas.
- Al elegir la ecuación o principio físico adecuado.
- Al hacer los cálculos matemáticos.
- Al interpretar si el resultado tenía sentido físico.
- Otra dificultad: _____

6. Cuando te equivocaste o te bloqueaste, ¿qué hiciste?

- Seguía adelante “a ver qué salía”.
- Volví al dibujo o al diagrama de cuerpo libre.

- ☐ Volví al enunciado para leerlo de nuevo.
- ☐ Intenté otro camino o fórmula.
- ☐ Pregunté a un compañero/a.
- ☐ Pregunté al docente.
- ☐ Me rendí con ese problema.

Sección 3. Después de resolver el problema

7. ¿Revisaste tu respuesta antes de terminar?

- ☐ Sí, revisé los pasos y los cálculos.
- ☐ Sí, pero solo miré el número “más o menos” coincidía con el de otros.
- ☐ No, terminé en cuanto obtuve un resultado numérico.
- ☐ No llegué a terminar el problema.

8. ¿Tu resultado final te pareció físicamente razonable? Explica por qué.

9. Señala qué aprendiste hoy sobre la forma de resolver problemas de Física.

(No solo sobre el contenido, sino sobre el “cómo resolver”):

Sección 4. Reflexión metacognitiva y plan de mejora

10. Completa estas frases con sinceridad:

a) Lo que mejor me funcionó hoy fue:

b) Lo que más me costó manejar fue:

c) El error o confusión más importante que tuve fue:

d) La próxima vez que resuelva un problema similar, voy a intentar:

11. Autoevaluación de mi manejo de estrategias heurísticas hoy

Marca la opción que más se acerque a tu experiencia:

- 1- Casi no usé estrategias; fui directo a la fórmula.
- 2- Usé algunas estrategias, pero de forma improvisada.
- 3- Seguí parcialmente los pasos que propuso el docente.
- 4- Apliqué la mayoría de las estrategias de manera consciente.
- 5- Planifiqué y utilicé las estrategias de forma deliberada y reflexioné sobre ellas.

Nota para el docente / investigador:

Este diario puede aplicarse al final de una sesión clave (por ejemplo, al cierre de la secuencia sobre Segunda ley de Newton) o de forma periódica (cada 2-3 semanas) para monitorear la evolución de las estrategias metacognitivas del estudiantado. La información se analiza de manera agregada (no individualizada en la tesis) y sirve para ajustar la propuesta heurística.

Anexo 3. Rúbrica breve para la evaluación de la resolución de problemas de Física con enfoque heurístico

Título del instrumento: Rúbrica para resolución heurística de problemas de Física

Asignatura: _____

Tema / Unidad: _____

Estudiante: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

Escala de valoración sugerida:

- 4 = Excelente
- 3 = Satisfactorio
- 2 = En desarrollo
- 1 = Inicial

Rúbrica de evaluación

Criterio 1. Comprensión y análisis cualitativo del problema

Nivel	Descripción
4- Excelente	Identifica con claridad lo que se pide, los datos relevantes y las condiciones de problema.
3- Satisfactorio	Identifica la mayoría de los datos y lo que se pide. Hace algún comentario cualitativo sobre la situación física, aunque de forma breve o poco elaborada. Los supuestos están implícitos, pero no siempre se explicitan.
2- En desarrollo	Reconoce parcialmente los datos y el objetivo del problema, pero muestra confusiones sobre qué ocurre físicamente. Tiende a saltar rápido a la fórmula sin analizar la situación. Los supuestos son confusos o incorrectos.
1- Inicial	Presenta grandes dificultades para identificar lo que se pide y los datos relevantes. No realiza análisis cualitativo previo; se limita a copiar números sin comprender la situación física.

Criterio 2. Uso de representaciones múltiples (diagramas, esquemas, gráficos)

Nivel	Descripción
4- Excelente	Elabora diagramas de cuerpo libre claros, proporcionales y coherentes con la situación. Utiliza otras representaciones cuando es pertinente (gráficos v-t, esquemas, tablas) y las vincula con el análisis físico. Las representaciones ayudan a tomar decisiones correctas en la resolución.

3- Satisfactorio	Elabora diagramas de cuerpo libre básicos y funcionales, aunque con algunos detalles omitidos. Puede incluir otras representaciones simples, pero no siempre las integra al razonamiento.
2- En desarrollo	Realiza diagramas o esquemas incompletos o poco claros (fuerzas mal ubicadas, ejes sin especificar, etc.). Las representaciones no orientan adecuadamente la resolución o conducen a confusiones.
1- Inicial	No utiliza representaciones, o las que realiza son erróneas y no corresponden a la situación física.

Criterio 3. Modelización matemática y coherencia entre ecuaciones y fenómeno físico

Nivel	Descripción
4- Excelente	Selecciona las ecuaciones adecuadas (Segunda Ley de Newton, relaciones cinemáticas, etc.) y las conecta explícitamente con la situación física. Plantea correctamente las relaciones vectoriales y escalares, mostrando coherencia entre dirección, sentido y signos. Los pasos matemáticos son claros y bien justificados.
3- Satisfactorio	Elige en general las ecuaciones adecuadas, aunque puede cometer algún error en signos o en el orden de los cálculos. La relación entre el modelo matemático y la situación física es razonable, aunque no siempre se explicita.
2- En desarrollo	Presenta dificultades para seleccionar las ecuaciones pertinentes o las utiliza de manera mecánica. Comete errores frecuentes de signos, unidades o sustitución de datos. La conexión entre las ecuaciones y el fenómeno físico es débil o confusa.
1- Inicial	Utiliza fórmulas de manera indiscriminada, sin relación clara con el problema. Comete errores graves en la modelización (ecuaciones incorrectas, variables mal definidas, ausencia de relaciones básicas).

Criterio 4. Verificación, interpretación física y consistencia del resultado

Nivel	Descripción
4- Excelente	Verifica de forma explícita el resultado (unidades, orden de magnitud, coherencia con el sentido del movimiento). Interpreta el valor obtenido en términos físicos y responde si el resultado tiene o no sentido, justificando su respuesta. Es capaz de discutir cómo cambiaría el resultado si se modificarán algunos parámetros (masa, fuerza, etc.).
3- Satisfactorio	Revisa parcialmente el resultado (por ejemplo, las unidades) e intenta interpretar su significado físico, aunque la justificación puede ser breve. Muestra cierta sensibilidad a la magnitud del número obtenido.
2- En desarrollo	Acepta el resultado sin verificarlo. La interpretación física es superficial y confusa. No detecta valores claramente absurdos (por

	ejemplo, velocidades extremadamente grandes en contextos poco realistas).
1- Inicial	No verifica ni interpreta el resultado. Solo se enfoca en obtener un número final, aunque sea consistente físicamente.

Criterio 5. Reflexión metacognitiva sobre la estrategia utilizada

Nivel	Descripción
4- Excelente	Identifica con claridad qué estrategias heurísticas utilizó (análisis previo, diagramas, comprobación, etc.) y reflexiona sobre cuál le ayudó más o menos. Reconoce sus errores, explica en qué parte del proceso se produjeron y propone acciones concretas para mejorar futuros problemas.
3- Satisfactorio	Menciona algunas estrategias empleadas y reconoce, de manera general, sus dificultades. La reflexión es breve pero honesta; identifica al menos un aspecto a mejorar en su forma de resolver problemas.
2- En desarrollo	Ofrece comentarios vagos o genéricos sobre su desempeño (“me fue bien/mal”) sin profundizar en las causas. Le cuesta vincular sus errores con momentos concretos del proceso de resolución.
1- Inicial	No realiza reflexión metacognitiva o se limita a respuestas formales sin contenido real (“todo bien”, “no tuve problema”) aunque la resolución muestre dificultades importantes.

Sugerencia de uso de la rúbrica

- Puede utilizarse para evaluación formativa (retroalimentar al estudiante) o sumativa (asignar una calificación parcial a tareas de resolución de problemas).
- El docente puede asignar un peso distinto a cada criterio, según los objetivos de la clase (por ejemplo, más peso a la comprensión cualitativa y a la modelización matemática en las primeras unidades, e incrementar el peso de la reflexión metacognitiva conforme avance el curso).
- Los descriptores también pueden compartirse con el estudiantado antes de la actividad, para que funcionen como guía de autoevaluación y coevaluación.

extracción de datos

de manera sistemática y hon
o sobre estrategias heurístic

Ex a l	Tipo de diseño metodo lógico	Muestr a / Partici pantes	Estrat egia heurís tica aplica da	Co en co as eva as

[illegible]

Anexo 5. Ficha de evaluación de calidad metodológica.

No.	Referencia	Claridad de objetivos	Coherencia diseño-método	Descripción de muestra y contexto	Validez y confiabilidad de instrumentos	Transparencia en análisis de datos	Reconocimiento de limitaciones	Valoración global	Comentarios

Escala de valoración:

Alto (A): Cumple plenamente con el criterio.

Medio (M): Cumple parcialmente o presenta debilidades menores.

Bajo (B): Cumplimiento insuficiente o no evidenciado.