Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades

Máster Universitario en Métodos de Enseñanza en Educación Personalizada

# Metacognición para la resolución de problemas de dinámica en 4º ESO: Propuesta de intervención



| | |
|---|---|
| Trabajo fin de estudio presentado por: | Paula Juncos López |
| Tipo de trabajo: | Propuesta de intervención no implementada |
| Tesauro: | Psicología de la Educación |
| Director/a: | Dra. Fátima Olivares Iglesias |
| Fecha: | 15/07/2026 |

# Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo general diseñar una propuesta de intervención basada en estrategias metacognitivas para mejorar la resolución de problemas de dinámica en el alumnado de 4º de ESO, tras detectar dificultades en la identificación de datos, la comprensión conceptual, la planificación y la comprobación de resultados. Para ello se parte de un marco teórico que recoge el concepto de metacognición y su función en el aprendizaje de la física, a partir del cual se han identificado estrategias asociadas a las fases del aprendizaje autorregulado y se han analizado propuestas de intervención previas. Todo ello se ha concretado en una secuencia de ocho sesiones, acompañadas de sus correspondientes instrumentos de evaluación. En conclusión, se ofrece una propuesta fundamentada con la que se espera promover un aprendizaje autónomo, significativo y reflexivo en la resolución de problemas de dinámica.

**Palabras clave:** metacognición, estrategias metacognitivas, aprendizaje autorregulado, secundaria.

# Abstract

The overall aim of this Master's Thesis is to design an intervention proposal based on metacognitive strategies to improve problem-solving skills in dynamics among Year 10 students, following the identification of difficulties in data identification, conceptual understanding, planning and checking results. To this end, the study draws on a theoretical framework that encompasses the concept of metacognition and its role in physics learning, from which strategies associated with the phases of self-regulated learning have been identified and previous intervention proposals analysed. All of this has been translated into a sequence of eight sessions, accompanied by their corresponding assessment tools. In conclusion, a well-founded proposal is offered, which is expected to promote autonomous, meaningful and reflective learning in the resolution of dynamics problems.

**Keywords:** metacognition, metacognitive strategies, self-regulated learning, secondary school.

# Índice de contenidos

1. Introducción ..... 9
1.1. Justificación de la temática ..... 10
1.2. Planteamiento del problema ..... 11
1.3. Objetivos ..... 14
1.3.1. Objetivo general ..... 14
1.3.1.1. Objetivos específicos ..... 14
2. Marco teórico ..... 15
2.1. La metacognición en el aprendizaje ..... 15
2.1.1. Concepto y definición de metacognición ..... 15
2.1.2. Componentes de la metacognición ..... 17
2.1.3. Metacognición y aprendizaje autorregulado ..... 20
2.2. La resolución de problemas como proceso cognitivo ..... 22
2.2.1. Características de la resolución de problemas ..... 23
2.2.2. Fases del proceso de resolución de problemas. ..... 24
2.2.3. Estrategias cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas. ..... 25
2.2.3.1. Estrategias cognitivas. ..... 25
2.2.3.2. Estrategias metacognitivas. ..... 26
2.3. La resolución de problemas en Física ..... 28
2.3.1. Dificultades generales en la resolución de problemas en Física ..... 28
2.3.2. Diferencias entre expertos y novatos en Física ..... 30
2.3.3. El papel de la metacognición en la resolución de problemas en Física ..... 32
2.4. Revisión de propuestas de intervención metacognitiva para la resolución de problemas de Dinámica en Física. ..... 33
3. Propuesta de intervención ..... 36

3.1. Justificación de la propuesta de intervención ..... 36
3.2. Contextualización de la propuesta ..... 37
3.3. Diseño de la propuesta ..... 38
3.3.1. Objetivos ..... 39
3.3.2. Metodología a utilizar en las sesiones de intervención ..... 39
3.3.3. Desarrollo de la propuesta de intervención ..... 41
3.3.4. Temporalización: cronograma ..... 49
3.3.5. Recursos necesarios para implementar la intervención ..... 49
3.4. Diseño de la evaluación de la propuesta de intervención ..... 51
4. Conclusiones ..... 55
5. Limitaciones y prospectiva ..... 58
5.1. Limitaciones ..... 58
5.2. Prospectiva ..... 59
6. Referencias bibliográficas ..... 60
7. Anexos ..... 67
7.1. Anexo 1. Cuestionario modificado del MAIT original. ..... 67
7.2. Anexo 2. Autoevaluación sobre el uso de estrategias metacognitivas. ..... 68
7.3. Anexo 3. Guion de auto instrucciones. ..... 69
7.4. Anexo 4. Ficha modelamiento metacognitivo. ..... 70
7.5. Anexo 5. Ficha auto interrogación metacognitiva. ..... 71
7.6. Anexo 6. Lista de cotejo sobre la segunda y tercera actividad. ..... 72
7.7. Anexo 7. Guía de planificación. ..... 73
7.8. Anexo 8. Lista de cotejo tercera sesión. ..... 74
7.9. Anexo 9. Guía de resolución completa. ..... 75
7.10. Anexo 10. Ticket de salida cuarta sesión. ..... 76

7.11. Anexo 11. Diario metacognitivo. ....77
7.12. Anexo 12. Rutina 3-2-1 puente. ....78
7.13. Anexo 13. Rúbrica sobre diario metacognitivo. ....79
7.14. Anexo 14. Registro del proceso. ....80
7.15. Anexo 15. Coevaluación sexta sesión. ....81
7.16. Anexo 16. Rúbrica sobre hoja de registro. ....82
7.17. Anexo 17. Guía individual. ....83
7.18. Anexo 18. Rúbrica guía metacognitiva. ....84
7.19. Anexo 19. Diana metacognitiva. ....85
7.20. Anexo 20. Autoevaluación “cómo lo hacía, cómo lo hago y cómo lo haré”. ....86
7.21. Anexo 21. Rúbrica sobre la autoevaluación final. ....87
7.22. Anexo 22. Ticket de salida octava sesión. ....88

# Índice de figuras

Figura 1 ..... 17

Figura 2 ..... 21

Figura 3 ..... 49

# Índice de tablas

Tabla 1 .....41

Tabla 2 .....42

Tabla 3 .....43

Tabla 4 .....44

Tabla 5 .....45

Tabla 6 .....46

Tabla 7 .....47

Tabla 8 .....48

Tabla 9 .....52

# 1. Introducción

El presente Trabajo de Fin de Máster se presenta bajo la modalidad de propuesta de intervención no implementada. Se dirige al alumnado de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, concretamente a la asignatura de Física y Química, con la finalidad de mejorar sus habilidades metacognitivas en la resolución de problemas del área de dinámica.

Autores como Vinayagan et al. (2025) subrayan que cuando los estudiantes planifican, supervisan y evalúan su propio proceso de aprendizaje, desarrollan habilidades metacognitivas que favorecen una comprensión más profunda y efectiva. Estas habilidades son claves en el estudio de una asignatura como es la Física y la Química, donde el éxito no solo depende de recordar fórmulas y conceptos, sino de interpretar situaciones físicas, elegir las leyes adecuadas y revisar si los resultados tienen sentido. Por ello, se propone el desarrollo de las habilidades metacognitivas con la finalidad de promover un aprendizaje más autónomo, significativo y transferible, mejorando tanto el razonamiento como el progreso en contenidos científicos más avanzados. De este modo, se pretende no solo mejorar la adquisición de contenidos conceptuales, sino también desarrollar en el alumnado la capacidad de reflexionar sobre su propio pensamiento, identificar errores, seleccionar estrategias adecuadas y transferir lo aprendido a nuevas situaciones problemáticas.

Como consecuencia, el objetivo general de este trabajo es diseñar una propuesta de intervención no implementada basada en estrategias metacognitivas para mejorar la resolución de problemas del área de dinámica en estudiantes de 4º de ESO. Para lograrlo, este trabajo se estructura en dos grandes bloques. En primer lugar, se desarrolla un marco teórico en el que se exponen los fundamentos que sustentan la propuesta de intervención, abordando desde el concepto de metacognición hasta aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las fuerzas y el movimiento en Educación Secundaria. En segundo lugar, se presenta la propuesta de intervención no implementada, compuesta por ocho sesiones en las que se promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas antes, durante y después del proceso de resolución de problemas de dinámica. En conclusión, este trabajo pretende ofrecer una propuesta innovadora y fundamentada para abordar los desafíos educativos en el ámbito de la Física y la Química en el área de dinámica.

## 1.1. Justificación de la temática

En los últimos años, diversos estudios han indicado un descenso en ciertas habilidades cognitivas complejas, sobre todo en áreas como la comprensión lectora y el razonamiento. Según la OECD (2022) informes internacionales como PISA muestran que los estudiantes están teniendo cada vez más problemas para desarrollar el pensamiento crítico y comprender información. En el contexto actual, marcado por una presencia creciente de las tecnologías digitales en todos los ámbitos.

Así pues, las habilidades metacognitivas deben adquirir un papel central dentro del contexto educativo para mejorar los procesos cognitivos del alumnado que se están viendo perjudicados (Efklides, 2011). Por ello, esta propuesta centrada en el desarrollo metacognitivo aplicado a la resolución de problema de dinámica en 4º de secundaria está justificado desde un punto de vista pedagógico, didáctico y formativo.

La propuesta de intervención no implementada está orientada a alumnos de 15 a 16 años que cursan 4º de Educación Secundaria Obligatoria. La adolescencia es un periodo de especial relevancia en el desarrollo cognitivo ya que en ella se manifiesta una notable plasticidad cognitiva a la vez que se consolida el pensamiento abstracto, lo que refuerza la importancia de promover de manera intencionada estrategias que potencien el desarrollo cognitivo en esta etapa (Fleur et al., 2021).

En esta etapa, la educación debe centrarse en que el alumno obtenga un aprendizaje significativo, mayor autonomía, responsabilidad y pensamiento crítico. Para conseguirlo, es fundamental emplear la metacognición ya que permite una optimización de los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje (Flores González y Trujillo Rodríguez, 2024).

En el ámbito de las ciencias, el empleo de estrategias metacognitivas ayuda a que el aprendizaje sea un proceso activo, crítico y significativo, frente a modelos basados en la acumulación pasiva de información donde el conocimiento se presenta como algo cerrado e incuestionable. Asimismo, ayuda al alumno a reflexionar, lo que favorece un aprendizaje más profundo y autónomo, así como el pensamiento crítico, elementos esenciales en la enseñanza de las ciencias (Otero y Rosa, 2023).

Esta necesidad resulta especialmente evidente en la asignatura de Física y Química, ya que se plantean retos específicos al alumnado como: el manejo y uso de lenguaje científico, la

resolución de problemas y el uso de nomenclaturas complejas. La metacognición permite a los alumnos reconocer conocimientos y conceptos esenciales para abordar estos retos de forma más eficaz. Además, al fomentar la autorregulación, permite que el alumnado realice una cuantificación autónoma de su progreso, identifique sus propias carencias y regule sus acciones para mejorar su rendimiento académico (Giler-Medina, 2022).

Dentro de esta asignatura, los problemas de fuerza y movimiento suponen un gran reto conceptual debido a su dificultad. Por lo tanto, es clave trabajar la metacognición ya que permite al alumnado conocer sus conocimientos iniciales para evitar utilizar fórmulas de manera automática y de esta forma comprender los fenómenos físicos. Del mismo modo, el hecho de reflexionar sobre su propio aprendizaje desarrolla habilidades cognitivas de orden superior, como el razonamiento y la resolución de problemas (Taqwa et al., 2022).

## 1.2. Planteamiento del problema

Treagust et al. (2017) afirman que el principal problema que presentan los estudiantes en la resolución de problemas de Física radica en la dificultad para utilizar, interpretar y traducir información entre diferentes formas de representación, como fórmulas, gráficos, diagramas o descripciones verbales. Esta limitación se manifiesta, en primer lugar, en una tendencia a separar el pensamiento matemático del razonamiento físico, lo que los lleva a aplicar ecuaciones de forma algorítmica sin comprender su significado, recurriendo a la memorización y selección superficial de fórmulas en lugar de realizar un análisis cualitativo del problema. Esto trasciende a la mera falta de conocimientos conceptuales, ya que refleja una incapacidad para integrar y coordinar múltiples representaciones metales.

Por otro lado, Dulger y Ogan-Bekiroglu (2025) señalan que un bajo desarrollo de la competencia metacognitiva constituye un obstáculo significativo en la resolución de problemas de Física. En su estudio se observa que la mayoría del alumnado de secundaria (en torno al 67%) se sitúa en un nivel metacognitivo inicial o “novato”, lo que implica una limitada capacidad para analizar sus propios procesos de pensamiento y para ser conscientes de lo que conocen o desconocen. También indican que incluso los estudiantes que muestran cierta habilidad para planificar presentan carencias relevantes en dimensiones clave como el conocimiento metacognitivo. Los autores evidencian dificultades para supervisar y regular su actuación durante la resolución de problemas, lo que les impide detectar errores o

incoherencias en su razonamiento antes de obtener un resultado final. Además, el estudio identifica una correlación positiva y moderada entre el nivel de competencia metacognitiva y el éxito en la resolución de problemas de Física, lo que indica que los estudiantes con menor desarrollo en este ámbito presentan mayores dificultades para alcanzar soluciones científicamente correctas. En consecuencia, la ausencia de habilidades para planificar, supervisar y evaluar el propio proceso de pensamiento actúa como un factor limitante que dificulta la aplicación eficaz del conocimiento, constituyendo un elemento clave para comprender las dificultades del alumnado más allá de las meras carencias conceptuales (Dulger y Ogan-Bekiroglu, 2025).

En conclusión, las dificultades del alumnado en la resolución de problemas de Física no pueden explicarse únicamente por carencias conceptuales, sino que responden a una combinación de limitaciones en la gestión de múltiples representaciones y a un insuficiente desarrollo de habilidades metacognitivas. Esta doble problemática impide que los estudiantes integren adecuadamente el conocimiento y regulen su propio proceso de resolución, lo que justifica la necesidad de intervenciones didácticas que aborden de forma explícita ambos aspectos.

En el ámbito de la dinámica, la resolución de problemas relacionados con fuerzas y movimiento presenta dificultades añadidas en el alumnado. Según la Teoría de Recursos, los errores no se deben a una falta de conocimiento, sino a la activación de ideas o fragmentos de conocimiento inapropiados para el contexto del problema (Taqwa et al., 2022).

Esta situación se ve agravada por la ausencia de habilidades metacognitivas de verificación, que impiden al estudiante evaluar la pertinencia del conocimiento que está utilizando. En este sentido, estas dificultades ponen de manifiesto que la intervención pedagógica no debe centrarse exclusivamente en la transmisión de contenidos, sino en el desarrollo de estrategias metacognitivas (como la planificación, el monitoreo y la evaluación) que permitan al alumnado regular su proceso de resolución y coordinar de manera eficaz su conocimiento conceptual con sus habilidades procedimentales (Vinayagan et al., 2025).

La importancia de aportar soluciones a las dificultades en el aprendizaje de la Física radica en que la comprensión conceptual constituye la base sobre la que se construyen habilidades de pensamiento de orden superior, como la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico, el razonamiento y la creatividad. Sin una base conceptual sólida, estas competencias no pueden desarrollarse de manera efectiva, lo que conduce a un aprendizaje superficial

(Taqwa et al., 2022). En este sentido, un enfoque centrado únicamente en la aplicación de fórmulas tiene como consecuencia que el aprendizaje no se transfiere a nuevos contextos ni a situaciones de la vida real, dificultando que el alumnado aplique los conocimientos adquiridos para interpretar fenómenos cotidianos desde una perspectiva científica (Vinayagan et al., 2025).

Además, los conceptos de fuerza y movimiento constituyen pilares fundamentales para el desarrollo de otros contenidos más avanzados, como el electromagnetismo o la física moderna, por lo que las deficiencias en este ámbito comprometen el progreso académico del alumnado en áreas científicas posteriores (Taqwa et al., 2022). Asimismo, identificar y abordar estas dificultades permite diseñar estrategias didácticas más eficaces, orientadas a un aprendizaje significativo, como el uso de experiencias prácticas o demostraciones que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos. Del mismo modo, intervenir resulta esencial para evitar la dependencia de procedimientos algorítmicos basados en la memorización de fórmulas sin comprensión, favoreciendo la transición hacia un aprendizaje más profundo en el que el alumnado razone a partir de principios físicos. En consecuencia, aportar soluciones a este problema es fundamental para transformar el aprendizaje de la Física en una competencia significativa, transferible y esencial tanto para la vida cotidiana como para el desarrollo científico e intelectual del estudiante (Vinayagan et al., 2025; Taqwa et al., 2022).

Para poder abordar la problemática propuesta, la intervención se organiza en ocho sesiones diseñadas para integrar de forma progresiva las habilidades metacognitivas correspondientes para la resolución de problemas de fuerza y movimiento. Se trabajará de forma explícita las fases de planificación, control y evaluación.

Las primeras sesiones se centrarán en la toma de conciencia y en la planificación del proceso de resolución, mientras que las sesiones intermedias consistirán en controlar y detectar errores. En las últimas sesiones se promueve la autonomía del alumno y la transferencia de conocimientos, adquiriendo un enfoque más eficaz en la resolución de problemas.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de intervención basada en estrategias metacognitivas para mejorar la resolución de problemas de dinámica en 4º ESO.

#### 1.3.1.1. Objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente el papel de la metacognición en el aprendizaje y la resolución de problemas en Física.
- Identificar estrategias metacognitivas adecuadas para las fases de planificación, supervisión y evaluación del proceso de resolución de problemas.
- Examinar propuestas de intervención aplicadas a la resolución de problemas de dinámica.
- Plantear 8 sesiones de intervención que integren de manera explícita estrategias metacognitivas en el aula de física para la resolución de problemas de fuerza y movimiento.
- Proponer instrumentos de evaluación coherentes con el enfoque metacognitivo de la intervención.

# 2. Marco teórico

Para la elaboración del siguiente marco teórico, se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda a través de diversos buscadores científicos como Dialnet y Google Scholar, utilizando palabras clave como "metacognición", "física", "química", "secundaria", "problemas", entre otras. La búsqueda dio como resultado una serie de artículos nacionales e internacionales. En el primer apartado se define el concepto de metacognición, componentes y su relación con el aprendizaje autorregulado. Seguidamente se indaga en el proceso de resolución de problemas y las fases por las que está compuesto, así como las estrategias cognitivas y metacognitivas empleadas en dicho procedimiento, con el fin de establecer unas bases para su implementación correcta. En el siguiente apartado, se concreta más este proceso al área de la Física, en el que se destacan las dificultades generales que encuentran los alumnos a la hora de resolver problemas de esta materia, las diferencias que se encuentran entre los distintos tipos de alumnos y cuál es el papel de la metacognición en este procedimiento. Finalmente, se revisan experiencias previas en la aplicación de estrategias metacognitivas en el ámbito de la dinámica que nos permite identificar la necesidad de profundizar en este campo debido a la limitada presencia de bibliografía relacionada con este tema.

## 2.1. La metacognición en el aprendizaje

En este apartado se desarrolla el concepto de metacognición, sus componentes y su implicación en el aprendizaje autorregulado.

### 2.1.1. Concepto y definición de metacognición

Mora (2013) señala que Flavell (1976), considerado el padre de la metacognición, define este concepto de la siguiente manera: "La metacognición se refiere al conocimiento o conciencia que uno tiene acerca de sus propios procesos y productos cognoscitivos y cualquier cosa relacionada con ellos, por ejemplo, las propiedades relevantes al aprendizaje de la información y los datos (Flavell, 1976, p. 232, como se citó en Mora, 2013).

El término metacognición lo introdujo por primera vez John Flavell en el capítulo *Metacognitive aspects of problem solving* del libro *The nature of intelligence*, publicado en 1976. En ese capítulo se señala que este pensar sobre el pensar corresponde al conocimiento que un individuo tiene sobre sus propios procesos y productos cognitivos y sobre los aspectos

que influyen en dicho proceso: ambiente, tarea y habilidades para resolver esa tarea (Valenzuela, 2019).

A finales de la década de 1960, Flavell observó que, aunque los niños pequeños a menudo eran capaces de utilizar estrategias cognitivas para ayudarles a recordar, no solían hacerlo de forma espontánea. Razonó que estos niños no empleaban estrategias adecuadas para la tarea porque no poseían el conocimiento adecuado sobre la memoria. Se hizo un llamamiento a la investigación de esta área para describir, explicar y cómo enseñar estas habilidades (Flavell, 1979).

Este llamamiento derivó a otras líneas de investigación, por ejemplo, a cómo el uso de la metacognición se emplea en el pensamiento humano basado en el procesamiento de la información que se entiende como la noción sobre la planificación, la supervisión, la verificación y la regulación del comportamiento; estas acciones se han denominado procesos metacognitivos. En este momento aparecen las primeras discrepancias, mientras Flavell sostiene que los niños pequeños poseen estas habilidades, pero no saben controlarlas ni interpretarlas, Ann Brown defendía que los procesos metacognitivos operan desde la primera infancia al estar vinculados al sistema ejecutivo (Reeve & Brown, 1985).

Por otro lado, autores como Zimmerman (1989) se interesaron en el aprendizaje autorregulado y cómo los estudiantes son capaces de iniciar y dirigir sus esfuerzos por adquirir conocimientos y habilidades. Sobre esta cuestión se profundizará en el punto 2.1.3.

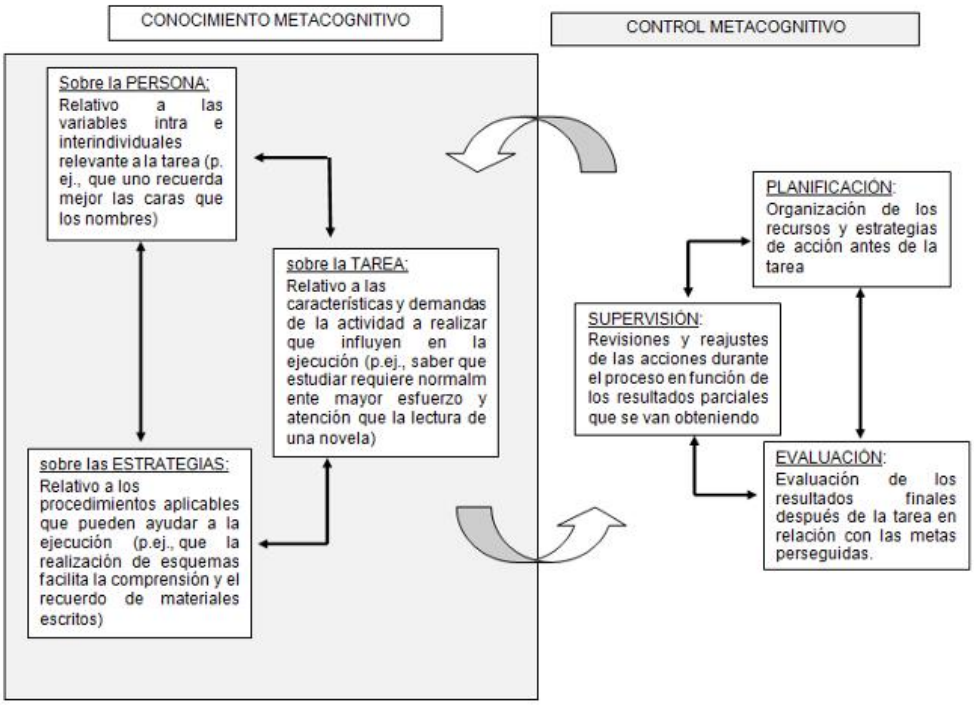
Para desarrollar el término metacognición es importante diferenciarla del concepto “cognición”. De acuerdo con Kagan y Lang (1978, como se citó en González, 1996), la cognición es un término general que se usa para agrupar en forma global los procesos que una persona involucra en: (a) la extracción de información del mundo exterior, (b) la aplicación del conocimiento previo a la información recientemente percibida, (c) la integración de ambas para crear nuevos conocimientos, (d) el almacenaje de la información en la memoria para luego poder recuperarla y usarla, y (e) la evaluación continua de calidad y coherencia lógica de los procesos y productos mentales de dicha persona (Mora, 2013, p. 41). Por otro lado, la metacognición integra dos dimensiones complementarias: el autoconocimiento cognitivo y la capacidad de regular y dirigir los propios procesos de pensamiento (Mora, 2013).

### 2.1.2. Componentes de la metacognición

Una vez definido el concepto de metacognición, se debe indagar en los componentes que conforman dicho término (Figura 1). Dichos componentes son los que sustentan y organizan la actividad metacognitiva, se organizan de dos dimensiones: el conocimiento y el control metacognitivo.

**Figura 1**

*Componentes de la metacognición.*




Fuente: García Madruga et al. (2002, p. 103).

#### 2.1.2.1. Conocimiento metacognitivo.

Desde una perspectiva declarativa, la metacognición supone que el individuo reconozca y comprenda sus propios procesos mentales, tomando conciencia de cómo estos influyen en su aprendizaje (Mora, 2013). Flavell (1979, como se citó en Martí, 1995), distingue tres categorías dentro del conocimiento metacognitivo: variables del sujeto, variables del contexto y variables de la tarea.

- Variables del sujeto

Las variables del sujeto se refieren a lo que una persona sabe sobre sus propias capacidades y limitaciones cognitivas. Este tipo de conocimientos también puede aplicarse a otras personas, adoptando distintas formas: intraindividual (cuando uno reconoce sus propias características, como tener dificultades en matemáticas), interindividual (al comparar las habilidades con las de otros, como notar que otra persona se orienta mejor en el espacio) o universal (al considerar características comunes a todos, como la limitada capacidad de la memoria humana) (Martí, 1995).

Además, la *edad* se cuenta como un factor crucial en el desarrollo de estrategias metacognitivas. Con el paso del tiempo, la capacidad de regular y controlar el propio pensamiento mejora siendo cada vez más conscientes de los procesos que ocurren en su pensamiento (Flavell, 1979).

Por otro lado, el *nivel de conocimientos* juega un papel significativo en la actividad metacognitiva. Autores como Mayor et al. (1993) indican que disponer de conocimientos previos sobre una tarea o un concepto favorece el uso de estrategias metacognitivas más adecuadas.

Las *creencias y actitudes* del individuo también juegan un papel crucial en la metacognición. La percepción que se tiene sobre la propia capacidad de aprender y sobre su actitud frente a la tarea, condicionan tanto la motivación como el esfuerzo que dedica a autorregularse (Mayor et al., 1993).

En cuanto al *estilo atribucional* del individuo, hace referencia a cómo atribuye el éxito o el fracaso a una tarea, este también puede influir en su actividad metacognitiva. Weiner (1992) explica que los estudiantes que atribuyen el éxito en la tarea a factores internos es probable que se impliquen en el aprendizaje y persistan en el empeño. En cambio, aquellos que atribuyen su fracaso a factores externos o a la falta de habilidad muestran una menor reflexión sobre el proceso que han realizado para desarrollar la tarea (Zimmerman, 2002).

Finalmente, la *motivación* es un componente también sumamente importante. Se debe conseguir que el alumno desarrolle una motivación intrínseca hacia el aprendizaje, ya que se asocia con un mayor uso de estrategias metacognitivas. Además, la motivación extrínseca puede afectar negativamente a la autorregulación del aprendizaje. (Burón, 1995)

- Variables de contexto.

Las variables del contexto incluyen en la forma en que los individuos emplean y regulan sus estrategias cognitivas, por lo que desempeñan un importante papel en la actividad metacognitiva. De acuerdo con Mayor et al. (1993), el contexto tiene la capacidad de potenciar o entorpecer la actividad metacognitiva, afectando a su adecuación y rendimiento. Entre las principales variables contextuales destacan los materiales, la situación de aprendizaje y el contexto sociocultural.

Los *materiales* educativos utilizados para el aprendizaje desempeñan un importante papel. Dependiendo de la familiaridad que tienen los alumnos con los materiales, puede influir en la capacidad que tienen para asociar y clasificar la información. Además, según Skouge y Rao (2009), el uso de herramientas digitales fomenta el desarrollo de la capacidad metacognitiva debido a la participación activa de los estudiantes.

El conjunto de estímulos que se encuentran en el entorno físico y social durante el proceso educativo se denomina *situación de aprendizaje.* Un entorno adecuadamente diseñado puede favorecer el uso de estrategias metacognitivas. Además, la interacción entre compañeros y profesores pueden favorecer o limitar los procesos de autorregulación (Stanton et al., 2021).

Ordin et al. (2024) evidencian que el *contexto sociocultural* puede influir en la monitorización metacognitiva, no solo en tareas cognitivas simples, sino en más complejas que implican diferentes mecanismos en la toma de decisiones. Además, hacen hincapié en que la cultura podría ejercer un impacto generalizado sobre la eficiencia metacognitiva en diversos ámbitos.

- Variables de la actividad.

Al enfrentarse a una tarea, se valora lo fácil o difícil que nos resultará realizarla; suele hacerse tras una breve exploración a la actividad antes de comenzarla. Por lo tanto, el nivel de dificultad de la tarea influye en el esfuerzo metacognitivo que se tiene que hacer para realizarla (Son & Metcalfe, 2000).

Las estrategias empleadas en desarrollar una actividad desempeñan un papel crucial en la actividad metacognitiva al actuar como vínculo entre la autoconciencia y el éxito en el aprendizaje. Las estrategias metacognitivas serían la planificación, la monitorización y la evaluación del propio proceso de aprendizaje. Además, Zimmerman (2002) señala que el uso eficaz de las estrategias no depende únicamente del conocimiento que se tenga sobre ellas,

sino de la interacción de diversos factores como: la autorregulación, la elección de la estrategia correcta, su motivación y su capacidad de focalizar su atención.

#### 2.1.2.2. Control metacognitivo.

En cuanto al control metacognitivo, se refiere al aspecto procedimental del conocimiento (saber cómo). Hace referencia a los recursos y estrategias que el sujeto moviliza para llevar a cabo una tarea concreta, gestionando de manera activa los recursos para optimizar el rendimiento de cada situación (Mora, 2013).

A su vez, la metacognición se desarrolla mediante las propias vivencias del sujeto durante el proceso de aprendizaje. Brown (1987) señala tres procesos básicos: la planificación previa a la realización de la tarea, la supervisión durante su ejecución y la evaluación de los resultados.

La *planificación* es la primera etapa, en ella se toma conciencia de lo que la tarea está demandando; el sujeto ha de darse cuenta de los conocimientos que necesita y cuáles son relevantes para solucionar el problema. Además, se planifican los pasos necesarios para lograr cumplir el objetivo propuesto; lo que requiere una organización de tiempo y esfuerzo por parte del sujeto (Poggioli, 1998).

La *supervisión o control* es la fase propia de ejecución, donde se aplican las estrategias previamente establecidas. Durante el transcurso de esta etapa, el sujeto debe continuamente preguntarse si el progreso está siendo el adecuado, lo que conlleva una reflexión sobre sus propias acciones y examinar sus consecuencias (Mora, 2013).

La evaluación se realiza al finalizar la tarea, en ella se evalúan los resultados de la actividad y si las estrategias empleadas han sido eficaces. Además, conlleva el análisis que el sujeto hace sobre lo que ha aprendido y qué dificultades ha tenido durante el proceso. En función de esta reflexión se decide si en un futuro se volverá a utilizar la misma estrategia, se modificará o si se utilizará otra diferente (Poggioli, 1998).

### 2.1.3. Metacognición y aprendizaje autorregulado

El aprendizaje autorregulado, se ha convertido en un tema central de la investigación educativa contemporánea, abordado desde diferentes perspectivas teóricas (Zimmerman, 2002).

El estudio de los procesos de autorregulación surgió a partir de las dudas que generaba la diferencia de resultados en los alumnos que no se podía atribuir únicamente a la inteligencia de cada uno (Schunk & Zimmerman, 2011).

Según Flavel (1979), la autorregulación implica la capacidad de gestionar los propios procesos cognitivos, motivacionales y conductuales durante el aprendizaje.

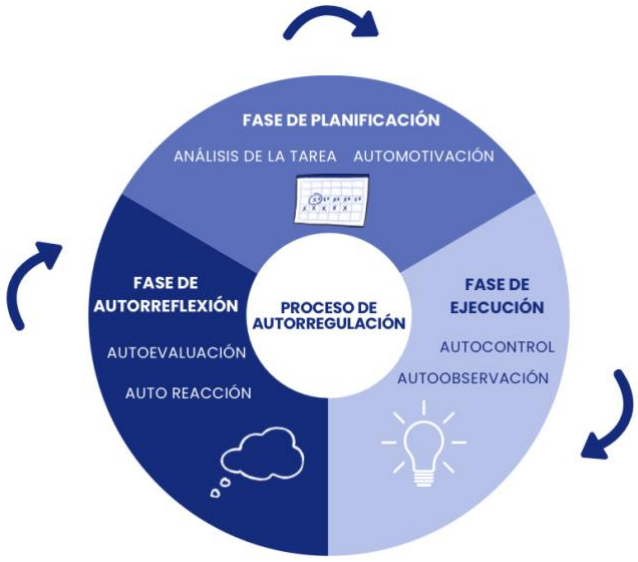
Zimmerman (2002) amplía esta visión destacando la importancia de la motivación y de la autoeficacia como factores clave en la supervisión y seguimiento continuo del propio aprendizaje. Además, señala que el alumno que es capaz de regularse mejora su aprendizaje mediante el uso de estrategias metacognitivas.

El aprendizaje se concibe cada vez más como una actividad activa y autónoma del estudiante, en lugar de un proceso pasivo que ocurre como simple respuesta a las situaciones de enseñanza. Los alumnos que regulan su propio aprendizaje adoptan una actitud proactiva, ya que conocen sus fortalezas y limitaciones (Rosário et al. (2013).

Una vez definido el término, cabe preguntarse cómo se combinan el uso de los procesos de aprendizajes específicos, el nivel de autoconciencia y las creencias motivacionales para dar lugar al proceso de autorregulación. Se conciben tres fases cíclicas (Figura 2) que dan lugar a este proceso: la fase de planificación, la fase de ejecución y la fase de autorreflexión.

**Figura 2**

*Fases cíclicas del proceso de autorregulación.*




Fuente: elaborado a partir de Zimmerman (2002)

Dentro de la *fase de planificación* existen dos grandes categorías: el análisis de la tarea y la automotivación. El primero, comprende la definición de objetivos y la planificación estratégica, que está asociado a un mejor rendimiento académico cuando los objetivos son específicos y próximos. La automotivación surge de las creencias que los estudiantes tienen acerca del aprendizaje, es decir, la confianza en su propia capacidad de aprender y las expectativas que poseen sobre los resultados y las consecuencias personales derivadas de dicho aprendizaje (Bandura, 1997).

Los procesos de la *fase de ejecución* se dividen en dos categorías: el autocontrol y la autoobservación. El autocontrol se refiere a la puesta en práctica de técnicas o estrategias concretas que fueron elegidas en la fase de planificación. La autoobservación se refiere al registro personal de acontecimientos o a la auto experimentación para descubrir la causa de dichos acontecimientos (Zimmerman, 2002).

En la *fase de autorreflexión* se encuentran dos procesos: la autoevaluación y la auto reacción. La autoevaluación es el análisis que hace el sujeto sobre su propio rendimiento con algún criterio de referencia. Otra forma de autoevaluación implica la atribución causal, que se refiere a las creencias sobre la causa de los errores o éxitos propios. Las auto reacciones pueden manifestarse como una respuesta adaptativa o defensiva. Las respuestas defensivas consisten en proteger la autoimagen evitando situaciones de aprendizaje o evaluación. En cambio, las respuestas adaptativas están orientadas a la mejora del propio aprendizaje (Zimmerman, 2002).

Las investigaciones sobre la calidad y la cantidad del uso que hacen los alumnos de los procesos de autorregulación han revelado una fuerte correlación con la asignación a un nivel académico (Zimmerman y Martínez-Pons,1986). Sin embargo, investigaciones recientes como la de Menéndez Santurio (2025) han demostrado que una intervención educativa basada en el aprendizaje autorregulado mejoró de forma significativa la motivación intrínseca, la responsabilidad personal y la capacidad de autorregulación.

## 2.2. La resolución de problemas como proceso cognitivo

La resolución de problemas constituye una actividad cognitiva compleja que va más allá de la mera aplicación de fórmulas.

### 2.2.1. Características de la resolución de problemas

La resolución de problemas en el aula es una habilidad mediante la cual el estudiante exterioriza lo que ha aprendido, convirtiendo los conceptos en algo práctico, a través de las interacciones con el profesor y los materiales proporcionados (Costa y Moreira, 2001).

La resolución de problemas desempeña un papel crucial en el currículo ciencias, tanto que es uno de los objetivos principales dentro del plan de estudios. Además, los docentes utilizan esta estrategia durante la enseñanza y durante la evaluación. El éxito de su uso depende de combinar el conocimiento de la materia, el conocimiento de estrategias de resolución de problemas y de componentes actitudinales (Jonassen, 2000).

Según Palumbo (1990) la capacidad para resolver problemas está estrechamente ligada a la estructura del conocimiento previo y a la experiencia. Garofalo y Lester (1985) conciben la resolución de problemas como una habilidad compleja que moviliza procesos cognitivos de distinta naturaleza (procesos de visualización, asociación, abstracción, comprensión, manipulación, razonamiento, síntesis y generalización) que exigen ser dirigidos y coordinados.

La evolución de la estrategia de resolución de problemas ha transitado desde un enfoque tradicional centrado en la ejecución de algoritmos mecánicos, hacia modelos más complejos que integran la argumentación, el cambio representacional y la investigación científica (Ospina et al., 2008).

La resolución de problemas, inicialmente, se veía como una actividad aplicativa y evaluadora, donde los problemas eran mayoritariamente cerrados, cuantitativos y se centraban en obtener un único resultado correcto. Actualmente, el Modelo Constructivista y de Investigación hace que los problemas se consideren el núcleo de la investigación en el aula; en la que se busca que sean situaciones abiertas, cualitativas, que conecten con la experiencia del sujeto y faciliten un cambio conceptual (Becker et al., 2025).

Según Da Silva y Lima (2011) un problema implica enfrentarse a una situación incierta cuya resolución exige la movilización de conocimientos y procedimientos, lo que lleva al sujeto a reorganizar su pensamiento y a construir nuevo aprendizaje. Entonces, se puede definir que la resolución de problemas es un proceso complejo y multidimensional, mediante el cual el sujeto incorpora nuevos saberes a su sistema de conocimientos. Por lo tanto, se concibe como una de las formas más naturales y cotidianas de aprendizaje (Lozada y Caballero, 2020).

### 2.2.2. Fases del proceso de resolución de problemas

Una vez resaltadas las características y la importancia de emplear esta estrategia, se deben determinar las fases del proceso a seguir.

Resolver un problema requiere la capacidad de seleccionar, construir o activar una solución y supervisar su implementación, reflejando así la disposición del individuo para implicarse en la resolución de problemas y desarrollar su potencial creativo y reflexivo (OECD, 2017).

Uno de los modelos más influyentes para explicar este proceso es el propuesto por Gick (1986), que comprende cuatro etapas: comprensión y representación del problema, búsqueda de soluciones, intento de solución y evaluación. Primero, se debe identificar la información relevante, después se necesita establecer una representación del problema. Si el sujeto puede resolver el problema directamente, se activa un esquema apropiado que determine la solución; si no existe una solución inmediata, se diseñarán alternativas. Cuando se selecciona una solución se entra en una fase de ensayo y error, en la que, si no se obtiene el éxito, se modificará el enfoque del problema y, si al fin se logra una solución, debe ser evaluada.

Según la OECD (2017) el proceso de resolución de problemas implica: explorar y comprender, representar y formular, planificar y ejecutar, y supervisar y reflexionar. *Explorar y comprender* implica construir representaciones mentales de la información del problema. *Representar y formular* consiste en elaborar esas representaciones de manera gráfica, simbólica o verbal, además de formular hipótesis. *Planificar y ejecutar* implica establecer objetivos, diseñar un plan y llevarlo a cabo. *Supervisar y reflexionar* implica controlar en proceso, ajustar según la retroalimentación y reflexionar sobre el resultado.

Cuando los alumnos resuelven un problema, su memoria de trabajo suele saturarse. Esto hace que sea importante que cuenten con esquemas bien desarrollados y relacionados con la tarea (Sweller et al., 1998). Durante la resolución de problemas, los estudiantes suelen tener que seguir varios pasos, como comprender el problema, elegir qué fórmulas utilizar, organizar el proceso, llevar a cabo una solución y verificar las respuestas (Santiago et al., 2024).

Sin embargo, un número significativo de estudiantes del área STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) basan su aprendizaje en la memorización sin comprender realmente los conceptos a los que se enfrentan, lo que impide un aprendizaje significativo y duradero debido a una carga cognitiva mal gestionada. Como solución, se ha demostrado que

la planificación, el seguimiento y la evaluación, desempeñan un papel fundamental en el éxito de la resolución de problemas (Fiteriani et al., 2021).

Ozbey-Demir (2025) hizo un estudio cómo los estudiantes supervisan y utilizan la información. En lugar de establecer "fases" propone dividir el proceso en tres dimensione estratégicas: monitoreo y evaluación, elaboración y explicación y regulación estratégica. Estas estrategias, que se desarrollarán en el próximo apartado, adquieren un enfoque cognitivo-metacognitivo en la resolución de problemas.

### 2.2.3. Estrategias cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas

La resolución de problemas no solo depende del dominio de conocimientos teóricos, también de un uso adecuado de estrategias cognitivas y metacognitivas. Estas estrategias se centran en la gestión y procesamiento de la información para construir una solución al problema propuesto.

#### 2.2.3.1. Estrategias cognitivas.

La *activación y organización* de los distintos tipos de conocimientos es fundamental para la resolución de problemas, por ello se hizo una clasificación de los conocimientos requeridos para que los alumnos alcancen los objetivos que se plantean en la enseñanza de las ciencias. El conocimiento declarativo (saber qué) hace referencia al contenido específico como las definiciones, descripciones o hechos, el conocimiento procedimental (saber cómo) consiste en la aplicación de estrategias y en saber cómo llevar a cabo el proceso determinado, el conocimiento condicional (saber por qué) se refiere a la comprensión de los principios que explican un fenómeno y el conocimiento estratégico implica saber cuándo, dónde y cómo aplicar los conocimientos en función del contexto (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2008).

El proceso de *construcción de modelos mentales* puede agruparse en dos pasos: la representación del problema y la solución. Para construir la representación mental primero se deben traducir el problema que consiste en comprender, analizar, interpretar y definir la tarea, después esos conceptos deben integrarse para formar una representación coherente en la memoria de trabajo. Cuando la descripción del problema se ha transformado en un modelo mental, se puede decir que el estudiante ha comprendido el problema y puede solucionarlo (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2008).

El cambio representacional (*insight)*, es una estrategia neurocognitiva que implica la reorganización e integración del conocimiento dando lugar a: soluciones súbitas, sensación de certeza, emociones positivas y una mayor retención en la memoria. Desde el punto de vista cognitivo, se basa en el cambio representacional, entendido como una reorganización de las representaciones conceptuales o perceptivas en una estructura coherente (Becker et al., 2025).

La *auto explicación y el pensamiento en voz alta* durante la resolución de problemas ayuda a especificar y organizar su conocimiento. En tareas complejas, como las del ámbito STEM, estas estrategias ayudan a gestionar la carga cognitiva ya que la auto explicación facilita la integración de nueva información en conocimientos previos y el pensamiento en voz alta ayuda a hacer visibles los procesos cognitivos y fortalece la autorregulación del aprendizaje (Ozbey-Demir, 2025).

Según el modelo Toulmin (1997), se considera que los individuos piensan a través de la *elaboración de argumentos* y que todos ellos presentan: respaldo experiencial o tórico, justificación, razones o detalles de una situación que apoyan dicha afirmación o la refutación de esta. Ospina et al. (2008) demostró que el desarrollo de operaciones intelectuales a través de un proceso que exige búsqueda de información, plantear argumentos y elaborar conclusiones coherentes, mejora el proceso de aprendizaje de los alumnos

2.2.3.2. Estrategias metacognitivas.

Se centran en el control de la propia actividad mental y se estructura a lo largo del tiempo para poder resolver la tarea.

La *planificación* ocurre antes de la resolución de la tarea y se centra en la preparación consciente para abordar el problema. El análisis de la tarea consiste en identificar la dificultad del problema y activar los conocimientos previos necesarios para comprenderlo. Por otro lado, se deben establecer metas, el alumno debe definir los objetivos que pretende lograr y seleccionar la técnica óptima de aprendizaje según su propio estilo cognitivo. Además, debe de gestionar sus recursos, lo que implica decidir qué fuentes de información explorar y qué procedimientos estratégicos facilitarán el análisis (Lopera, 2011).

El *control y regulación* hacen referencia a la autorregulación activa durante la resolución del problema. Los juicios de aprendizaje son autoevaluaciones que el estudiante realiza para

predecir el resultado y controlar su progreso (Foster et al., 2018). Además, la detección y ajuste de errores permite identificar cuándo un proceso no funciona correctamente y cuando se deben realizar modificaciones estratégicas. Los protocolos de "Pensamiento en voz alta", permiten verbalizar los pensamientos durante la resolución, se mejora la conciencia metacognitiva y ayuda a relacionar nueva información con los conocimientos previos (Ozbey-Demir, 2025). Además, el alumno debe gestionar su tiempo y esfuerzo y ajustar el tiempo según la complejidad; la mera asignación de tiempo no garantiza el aprendizaje, sino el uso estratégico del tiempo y su alineación con los recursos cognitivos (Lopera, 2011).

La *evaluación y la reflexión* se realiza una vez terminado el proceso para valorar la calidad de la respuesta y el desarrollo ejecutado. Se debe realizar una revisión crítica del proceso seguido, en base a criterios independientes para evaluar si los resultados son razonables (Zhang et al., 2025). Además, el estudiante debe analizar sus aciertos y fallos, reflexionando sobre las causas de sus errores para mejorar en futuros problemas (Lopera, 2011). Por último, el alumno debe de valorar sus logros, lo que implica reconocer y apreciar los aprendizajes obtenidos y la utilidad de haber aplicado el método seguido (Zhang, 2025).

La *regulación estratégica* consciente es la toma de decisiones proactiva sobre qué estudiar y cuándo utilizar herramientas de apoyo. Por ejemplo, elegir entre resolver el problema de forma autónoma o resolver inicialmente ejemplos resueltos. También, incluye el establecimiento de metas, la selección e implementación de estrategias apropiadas y un seguimiento continuo del propio proceso (Graham et al., 2024).

El uso de *auto preguntas* permite guiar el pensamiento sistemáticamente y controlarlo de forma consciente durante la resolución de problemas. Se utilizan a lo largo de todas las fases vistas anteriormente, proporcionando múltiples beneficios como: optimiza la carga cognitiva, ayuda a detectar errores y conflictos en la comprensión, mejora el control sobre el propio aprendizaje y evita falsas sensaciones de entendimiento. En conjunto, convierten al estudiante en un agente activo y reflexivo capaz de supervisar y mejorar su propio proceso de aprendizaje (Lopera, 2011).

## 2.3. La resolución de problemas en Física

En ese apartado explican las dificultades generales que se presentan en este proceso, la diferencia entre alumnos expertos y novatos y el papel de la metacognición en la resolución de problemas de Física.

### 2.3.1. Dificultades generales en la resolución de problemas en Física

La Física en educación secundaria es un componente fundamental en el currículo de ciencias ya que ayuda al alumnado a desarrollar tanto la comprensión conceptual como las habilidades de resolución de problemas. El currículo suele incluir grandes bloques temáticos como la mecánica, la electricidad, el magnetismo, la óptica y la Física moderna, que desempeñan un papel central en el desarrollo del pensamiento analítico, el razonamiento cuantitativo y la aplicación de principios científicos a situaciones cotidianas (Osborne y Dillon, 2008).

Además, la enseñanza de la Física en secundaria no se limita al conocimiento de contenidos, sino que busca fomentar la investigación científica y las habilidades prácticas. Sin embargo, la eficacia de la enseñanza de la Física depende en gran medida de las prácticas docentes, el diseño curricular y los recursos disponibles. Actualmente, siguen predominando enfoques tradicionales centrados en la figura del profesor, lo que limita la implicación del alumnado y una comprensión más profunda (Shabir, 2023).

Las principales dificultades que enfrentan los alumnos al resolver problemas de Física se pueden sintetizar en las siguientes categorías: comprensión lectora y traducción de lenguajes, deficiencias en la base de conocimientos, habilidades matemáticas y técnicas, fallos en procesos metacognitivos y estratégicos y factores actitudinales y de contexto.

- Comprensión lectora y traducción de lenguajes.

Por lo general, cuando los estudiantes se enfrentan a una tarea, realizan una lectura superficial. No suelen reflexionar sobre la relación entre las variables y los datos, lo que suele llevarlos a suponer soluciones inmediatas y a reflexionar sobre los pasos que deben seguir (Oropeza Villalobos, 2024). Durante este proceso, el estudiante relaciona y traduce tres lenguajes diferentes: el cotidiano, el técnico y el matemático, por lo que su capacidad y dominio de vincular todos los elementos determinará el éxito de la resolución del problema. Además, la comprensión lectora interviene en este factor ya que exige de un dominio de los términos y de reconocer la relación entre las variables (Jannah et al., 2022).

La identificación de la incógnita suele ser otro problema que experimental los estudiantes, esto requiere de realizan un esquema mental y una identificación de los elementos que integran el problema. También suele haber dificultad en reconocer cual es la demanda del problema ya que su valor depende del resultado de la incógnita (Oropeza Villalobos, 2024).

- Deficiencias en la base de conocimientos.

Los alumnos tienden a depender mucho de la memorización de fórmulas y definiciones de forma aislada en lugar de buscar un aprendizaje más profundo (Shabir, 2023). Por lo que no generan esquemas de conocimientos interrelacionados que les permitan comprender los conceptos de manera significativa ni transferirlos eficazmente a nuevas situaciones problemáticas (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2008). Shabir (2023) determino el 42,5% de los 200 estudiantes de secundaria de la muestra consideraba difíciles los problemas de Física; entre los temas más complejos, la electricidad (25%) y la mecánica (20%). Por ello, los alumnos recurren a la memorización y a mantener intuiciones ingenuas que contradicen modelos científicos.

- Habilidades técnicas.

Una de las barreras más importantes es la falta de dominio técnico de operaciones necesario para operar los modelos físicos. En general, son frecuentes los fallos en el uso de fórmulas, errores de cálculo aritmético y una incorrecta escritura de símbolos e índices. Además, a menudo los estudiantes no saben realizar conversiones de unidades o simplemente omiten las unidades en los resultados finales (Jannah et al., 2022).

- Fallos en procesos metacognitivos y estratégicos.

Jannah et al. (2022) elaboró un estudio en el que se aplicaba un modelo de resolución de problemas basado en la reflexión. Los resultados mostraron que los alumnos presentaban dificultades en la planificación del procedimiento, principalmente debido a la confusión en el uso de las fórmulas. También tuvieron complicaciones en la revisión de los resultados, ya que no comprobaron sus respuestas ni los pasos previos; los alumnos únicamente revisaron sus soluciones al final, como consecuencia no detectan errores en el procedimiento. Además, los alumnos no fueron capaces de reflexionar sobre resolver el problema de una manera diferente lo que coincide con un estudio de Suryaningsih (2019), donde se concluye que

incluso los estudiantes con buen rendimiento no son capaces de realizar correctamente esta fase de reflexión, al igual que ocurre con aquellos de menor rendimiento.

- Factores actitudinales y del contexto.

La resolución de problemas en Física es vista con frecuencia como una actividad rutinaria, aburrida y difícil, lo que provoca que los estudiantes muestren de partida poco interés en desarrollan estrategias y gestionar su aprendizaje (Oropeza Villalobos, 2024). Otro de los factores es la desmotivación generalizada y la falta de interés en el tema, que dificultan que el alumno desarrolle estrategias propias de aprendizaje (Shabir, 2023).

En muchos casos, el docente desarrolla sus propias estrategias de resolución de problemas, pero, no las trabaja explícitamente con el alumnado debido a dificultades metodológicas y conceptuales (Hinojosa y Sanmartí, 2016). La enseñanza de las ciencias debería orientarse a que el alumnado sea capaz de resolver problemas con el fin de desarrollar competencias metacognitivas; sin embargo, en el caso de la Física, a menudo se reduce a una enseñanza tradicional basada en la exposición de soluciones ya elaboradas (Hernández-Suarez et al., 2022).

### 2.3.2. Diferencias entre expertos y novatos en Física

La diferencia entre expertos y novates en la resolución de problemas de Física se encuentra principalmente en cómo organizan, procesan y monitorean la información (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2008; Maries y Singh, 2023). Las diferencias se categorizan en diferentes apartados: organización del conocimiento, categorización y representación de problemas, proceso y estrategia de resolución, carga cognitiva y memoria de trabajo y metacognición y autorregulación.

En cuanto a la *organización del conocimiento*, los expertos poseen una estructura de los saberes bien organizada, además de clasificarlos en torno a los principios fundamentales de la Física. La jerarquización de conocimientos genera esquemas densos, interconectados y coherentes, que facilitan la recuperación de información relevante (Singh et al., 2023). Por otro lado, los novatos destacan por su conocimiento fragmentado y aleatorio, esto provoca que cuando se les solicita vincular entre sí dos o más conceptos aparecen problemas de coherencia interna; lo que indica una posesión de esquemas limitados y específicos (Solaz Portolés y Sanjosé López, 2008).

La *categorización y la representación de los problemas* es un factor que también diferencia entre un experto y un novato en la resolución de problemas de Física. Los expertos dedican un tiempo al estudio cualitativo y a la representación inicial del problema antes de buscar ecuaciones que lo resuelvan, lo que los lleva a analizar las características estructurales del enunciado y a categorizar el tipo de problema basándose en los principios físicos implicados (Maries y Singh, 2023). Los novatos categorizan los problemas basándose en características superficiales, suelen organizar su conocimiento en torno a hechos y fórmulas débilmente conectados entre sí. Por ejemplo, algunos estudiantes categorizan los problemas según principios físicos profundos, mientras que aquellos que presentan un menor desempeño tienden a clasificarlos según la situación concreta del problema, es decir, según características (Singh et al., 2023).

Los *procesos y estrategias empleados* en la resolución determinan si el alumno realmente está realizando un procedimiento más profundo o superficial. Los expertos tienden a comenzar con un estudio cualitativo que implica el uso de múltiples representaciones facilitando el posterior análisis, después planifican la solución antes de implementar el plan; es decir, parten de la información proporcionada y aplican principios para resolver el problema, además de realizar razonamientos abstractos que les permiten simplificar situaciones complejas. Los novatos tienden a reducir la distancia entre la situación inicial y el objetivo que quieren conseguir, utilizando fórmulas que contengan la variable deseada (Singh et al., 2023).

En cuanto a la *carga cognitiva y la memoria de trabajo* empleada, los expertos tienden a agrupar la información para ampliar los límites de su memoria de trabajo ya que pueden incorporar un mayor número de elementos individuales en su memoria gracias a la relación entre ellos, esto reduce su carga cognitiva y libera espacio mental para otras. Los novatos perciben cada elemento de información de manera aislada, por lo que la cantidad de información que puede procesar en un momento al resolver el problema es menor que la de un experto, lo que genera una sobrecarga cognitiva que les impide comprender en conjunto el enunciado (Maries y Singh, 2023).

Por último, las *estrategias metacognitivas y la autorregulación* ayudan a diferenciar entre un alumno novato y experto. El experto posee habilidades metacognitivas sólidas, que nos indican que planifica, monitorea, evalúa y ajusta el procedimiento durante la resolución del problema; esto les ayuda a predecir la dificultad del problema y aumenta el porcentaje de

éxito (Maries y Singh, 2023). Los novatos carecen de una autorregulación efectiva, tienden a dedicar mucho tiempo a pensar suposiciones e intentar demostrarlas, pero, no se detienen a preguntarse si están progresando correctamente o si su suposición es razonable; les impide resolver los problemas con éxito, así como aprender cómo resolver un problema eficazmente (Singh et al., 2023).

### 2.3.3. El papel de la metacognición en la resolución de problemas en Física

La mayoría de los psicólogos y educadores consideran que saber resolver problemas es el resultado de aprendizaje más importante (Modi, 2024). A través de la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), se espera que los estudiantes desarrollen el pensamiento crítico y creativo que les permitan abordar problemas sociales y ambientales complejos. Dentro de este ecosistema, la Física ocupa una posición fundamental ya que proporciona herramientas conceptuales y matemáticas que ayudan al desarrollo de múltiples ámbitos como el de la ingeniería o la medicina (Purzer et al., 2015).

Los estudiantes presentan con frecuencia dificultades a la hora de aprender esta materia por lo que un conocimiento metacognitivo más sólido permite a los estudiantes conseguir un aprendizaje significativo y consciente (Modi, 2024). Por lo tanto, se necesita ofrecer más experiencias relacionadas con la metacognición a nuestras estudiantes en las clases de Física con el fin de favorecer una mejoría en su propio aprendizaje (Yuberti et al., 2020).

La metacognición funciona como un ciclo dinámico que orienta al alumno a través de cada fase del proceso de resolución de problemas. Una vez leído el enunciado, comprendido el problema y repasados los conceptos relevantes, se debe de planificar su plan de acción. Esta fase implica diseñar una hoja de ruta que garantice resolver el problema, dividiéndolo en pasos determinados (Dulger y Ogan-Bekiroglu, 2025. A medida que el estudiante avanza en la resolución del problema, realiza un monitoreo metacognitivo para asegurar la precisión y la coherencia de sus cálculos. Esto implica una autoevaluación y reflexión continua sobre su proceso de resolución, en el que debe de orientar su atención hacia la búsqueda de errores o pasos realizados inconscientemente. Si encuentra alguna dificultad o incertidumbre, se detiene para reevaluar su enfoque y busca aclaraciones si es necesario. Una vez obtenida la solución, el estudiante debe evaluar la validez y coherencia de su respuesta, debe compararla con los conocimientos que tiene sobre el tema y con sus expectativas iniciales. Esta última

fase determina la capacidad del estudiante para evaluar críticamente su propio trabajo y emitir juicios fundamentados sobre su validez (Modi, 2024).

También ayuda a los alumnos a pasar de soluciones fragmentadas a enfoques más estructurados. Ya que, mediante la creación de descripciones útiles, el alumno puede organizar la información del problema en esquemas significativos (Osman et al., 2026). Esto genera que se fortalezca más la comprensión del concepto y sus aplicaciones que utilizar simples cálculos superficiales, permitiéndole interpretar contextos complejos (como los diagramas de fuerzas) y aplicar los principios físicos de manera sistémica en lugar de depender de la memorización de fórmulas (Dulger y Ogan-Bekiroglu, 2025).

Cuando un alumno es consciente de su propio proceso, puede gestionar mejor la demanda sobre su carga de trabajo, optimizando el esfuerzo mental hacia procesos que realmente contribuyen a la construcción de esquemas de conocimientos duraderos. Por ello, cuando uno es conocedor de los pasos que está siguiendo, se reduce la tendencia de los estudiantes a sobreestimar su comprensión o a persistir en métodos de resolución que no están funcionando, lo que fomenta una actitud reflexiva (Osman et al., 2026).

## 2.4. Revisión de propuestas de intervención metacognitiva para la resolución de problemas de Dinámica en Física

La investigación educativa ha evidenciado que las estrategias metacognitivas no solo mejoran el rendimiento en tareas determinadas, sino que también promueven el desarrollo de competencias para el aprendizaje permanente. Además, las estrategias metacognitivas en el aprendizaje de las ciencias se fundamentan en múltiples investigaciones que han demostrado resultados positivos. Campanario (2000) desarrolla numerosas herramientas que permiten al alumno gestionar su propio conocimiento de manera más eficiente, haciendo hincapié en que su éxito depende de cómo el profesor las integre en el aula. Este trabajo proporciona a los docentes una base sólida de pautas de actuación en materia de estrategias metacognitivas.

Un estudio realizado por Dulger y Ogan-Bekiroglu (2025) demostró que el uso de estrategias metacognitivas mejora las habilidades de resolución de problemas en Física. La investigación indica que los estudiantes con limitadas capacidades metacognitivas reducen la probabilidad de solventar problemas con éxito. Además, determinan que la mayoría de los estudiantes

requieren intervenciones explícitas y estructuradas, como la reflexión guiada y los ejercicios de auto explicación.

Hofer et al. (2018) determinó que, aplicando métodos de activación cognitiva, entre ellos las preguntas metacognitivas, el aprendizaje de los alumnos de la materia de Física mejoró significativamente. En este estudio, los profesores participantes impartieron dos metodologías distintas en clases paralelas: en una implementaron estrategias de activación cognitiva y en la otra mantuvieron la enseñanza tradicional. Se demostró que los docentes son capaces de implementar con éxito estas herramientas en condiciones de aula reales, y que su uso favorece una comprensión conceptual más profunda, permitiendo superar las ideas intuitivas erróneas que tienden a persistir cuando se recurre únicamente a la enseñanza tradicional.

Una de las dificultades que presentan los alumnos de Física es la comprensión del enunciado del problema. Koch (2001) diseñó un método basado en técnicas metacognitivas para mejorar la comprensión lectora de textos de física. Consiste en que los alumnos realicen una autoevaluación consciente de su propia comprensión y, posteriormente, clasifiquen las habilidades que tienen que utilizar y sus dificultades. Este enfoque no solo mejora la comprensión lectora, sino que proporciona una reflexión profunda sobre los propios procesos cognitivos, lo que permite desarrollar habilidades metacognitivas que podrán transferir a diferentes contextos.

Un estudio de Osman, et al. (2026) analizó el módulo digital e-GraVT y su impacto en estudiantes de Física de secundaria con la finalidad de integrar la metacognición al proceso de resolución de problemas. Los alumnos suelen necesitar de un apoyo explícito para aplicar estrategias metacognitivas, estos andamios actúan como una estructura temporal que guía al estudiante a través de las fases de planificación, monitoreo y evaluación. Los resultados de la investigación sugieren que los estudiantes que interactuaron con el módulo mostraron mejores resultados de los problemas que los alumnos que no utilizaron el módulo. Por lo que el uso de dispositivos digitales junto con la metacognición genera que los alumnos sean más reflexivos y estratégicos, mejorando tanto el enfoque de aprendizaje como la capacidad para resolver problemas de Física.

Moser et al. (2017) investigaron el impacto de los apoyos metacognitivos en el éxito del aprendizaje de la física en secundaria cuando se utilizan simulaciones por computadora.

Cuando los estudiantes se implicaban activamente y respondían de manera reflexiva a las preguntas, el rendimiento en la prueba posterior mejoraba de forma significativa. Sin embargo, este tipo de aprendizaje requiere de una orientación explícita, pero, este estudio pone de manifiesto que los apoyos metacognitivos favorecen la reflexión sobre los conceptos físicos y mejoran su reflexión y autoconfianza.

Yerdelen Damar (2013) implementó un método de enseñanza basado en la indagación se divide en siete fases (provocar, comprometer, explorar, explicar, elaborar, extender y evaluar), enriquecidas con elementos metacognitivos y epistemológicos. La dinámica de aula se basa en trabajo colaborativo en pequeños grupos y en hojas de actividades con preguntas que promovían la reflexión sobre el propio aprendizaje y sobre la naturaleza del conocimiento científico. Los resultados mostraron que los alumnos lograron una comprensión más profunda de la unidad de dinámica.

Estos estudios determinan que las intervenciones metacognitivas pueden mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la resolución de problemas de Física, destacando la mejora de la comprensión conceptual y del desarrollo de habilidades de autorregulación del aprendizaje.

Sin embargo, se han encontrado escasos estudios específicos del uso de la metacognición en la resolución de problemas de Dinámica. Esto pone de manifiesto la importancia que tiene el estudio de esta rama ya que, se han evidenciado las dificultades que presentan los alumnos, pero todavía existe una limitada investigación sobre estrategias eficaces para abordarlas. Por lo que se siguiere esta línea de investigación a futuro para desarrollar enfoques más personalizados que abarquen las necesidades individuales de los estudiantes.

# 3. Propuesta de intervención

En los siguientes apartados se desarrolla la propuesta de intervención para mejorar la resolución de problemas de dinámica de la asignatura de física y química de 4º de ESO. De entrada, se encuentra la justificación y contextualización de la propuesta, en la que se destaca la importancia de tratar las dificultades que presenta el alumnado en este proceso. Seguidamente, se describe el diseño de la intervención en el que se encuentran los objetivos, la metodología y el desarrollo de las sesiones. Por último, se plantea la evaluación de la propuesta en la que se emplean diferentes criterios e instrumentos para valorar las diferentes sesiones.

## 3.1. Justificación de la propuesta de intervención

Debido al descenso de ciertas habilidades cognitivas como la atención, el razonamiento y el control ejecutivo (OECD, 2022), las estrategias metacognitivas adquieren un papel central en el contexto educativo para mejorar estos procesos (Efklides, 2011). Además, Otero y Rosa (2023) señalan que el empleo de estrategias metacognitivas en el ámbito de las ciencias favorece un aprendizaje más profundo y autónomo.

La importancia de utilizar la metacognición en el proceso de enseñanza-aprendizaje radica en que permite al alumnado ser consciente de su propio proceso, regularlo y ajustarlo en función de los resultados obtenidos (Campanario, 2000).

Asimismo, el uso de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas de dinámica contribuye al desarrollo de competencias clave recogidas en el currículo, en las que destacan la Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) y la Competencia de aprender a aprender (Ley Orgánica 3/2020).

La justificación de la presente propuesta parte de las dificultades identificadas en la resolución de problemas de física (Shabir, 2023; Jannah et al., 2023; Oropeza Villalobos, 2024) y, concretamente, de las detectadas en el ámbito de la dinámica (Hinojosa y Sanmartí, 2013). El uso de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas de dinámica se presenta como una ayuda para promover una comprensión más profunda de esta área (Yerdelen Damar, 2013).

Por ello, se propone diseñar una intervención de ocho sesiones, que se centrarán en la aplicación de estrategias metacognitivas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la resolución de problemas de dinámica en estudiantes de 4º de ESO. Las sesiones se diseñarán teniendo en cuenta las características individuales del alumnado para favorecer un aprendizaje significativo y profundo que promueva la autorregulación.

## 3.2. Contextualización de la propuesta

La propuesta de intervención no implementada ha sido diseñada para un Instituto de Educación Secundaria de la ciudad de Albacete, municipio de la provincia de Albacete, dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. El centro educativo se localiza en el barrio San Pablo, el cual cuenta con 13.139 habitantes (2012). Su población tiene indicadores que se corresponden con los de un barrio de trabajadores de clase obrera, con una alta tasa de personal no cualificado y de paro, por lo que la población a la que se dirige el centro es de clase media-baja.

El centro tiene como principios: buscar la calidad y excelencia educativa, ofrecer igualdad en oportunidades, la inclusión e igualdad entre géneros y la compensación y cooperación de todos los agentes y sectores de la comunidad educativa. Además, las enseñanzas que se imparten dentro de este centro educativo son la ESO, Bachillerato y Formación Profesional. En esta última, imparten ciclos mediante la modalidad e-learning recibiendo alumnos de prácticamente toda España.

El grupo de 4º de ESO al que está dirigido la propuesta, está formado por 28 alumnos, 13 chicos y 15 chicas, con un perfil diverso que exige una respuesta docente flexible y ajustada, con edades comprendidas entre los 13 y 15 años. Se destacan los siguientes aspectos: un alumno con la materia suspensa del curso pasado y un alumno repetidor con todas las materias suspensas. Alrededor del 70% del alumnado aprobó la materia de Física y Química en 2ºESO con notas comprendidas entre 6 y 8, destacando un grupo de 3 alumnos con notas entre 9 y 10.

El grupo presenta un clima respetuoso y cordial, por lo general, las relaciones entre ellos no van más allá del ámbito escolar. Esto puede estar influyendo a que los alumnos tiendan a trabajar de manera individual y a seguir dinámicas de aprendizaje tradicionales.

Los exámenes que han realizado los alumnos tienen calificaciones aceptables, aunque con aspectos destacables: en las cuestiones teóricas, los alumnos responden literalmente el contenido de los apuntes y, por lo general, no saben expresarlo con sus propias palabras, lo que evidencia una comprensión superficial. Por otro lado, en la resolución de problemas, se observa que la mayoría sigue exactamente los mismos pasos de forma mecánica y estructurada, sin demostraciones ni justificaciones sobre sus resultados.

Recientemente han realizado una prueba escrita sobre problemas de dinámica y en su mayoría se encuentran las siguientes dificultades: problemas para identificar datos e incógnitas, escasa comprensión conceptual y dificultad para transferir conocimientos a nuevas situaciones, falta de planificación en la resolución de problemas y escasa comprobación de resultados y procedimientos

Esta situación plantea implementar estrategias metacognitivas en el aula con el fin de mejorar el aprendizaje sobre los problemas del área de dinámica. Estas estrategias fomentan el aprendizaje centrado en el alumno, el aprendizaje autorregulado y la adquisición de las competencias STEM y aprender a aprender.

Para la elaboración de la propuesta de intervención no implementada, se ha tomado como base la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo; el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria; y el Decreto 82/2022, de 12 de julio por el que se establece la ordenación y el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha.

La unidad temática en la que se centra pertenece al bloque curricular de contenidos "La Interacción", que comprende conceptos como el carácter vectorial de las fuerzas, las principales fuerzas del entorno cotidiano y la fuerza como agente de cambios en los cuerpos.

## 3.3. Diseño de la propuesta

En el siguiente apartado se desarrollará el propio diseño de la propuesta de intervención. La intervención parte de unos objetivos específicos y de diferentes metodologías. A continuación, se describen las 8 sesiones en las que el alumnado adquirirá habilidades cognitivas y metacognitivas de planificación, control y evaluación.

### 3.3.1. Objetivos

Mediante la implantación de la siguiente propuesta se pretende que el alumnado alcance los siguientes objetivos:

- Evaluar el conocimiento inicial del alumnado sobre estrategias metacognitivas.
- Adquirir estrategias cognitivas y metacognitivas para mejorar el aprendizaje.
- Planificar en grupo la resolución de un problema de un plano horizontal.
- Resolver en grupo el problema planificado de un plano horizontal supervisando cada paso del proceso.
- Reflexionar en grupo sobre el proceso de resolución del problema de un plano horizontal.
- Resolver en pareja un problema de plano inclinado integrando las tres fases del proceso de autorregulación.
- Aplicar de forma autónoma las tres fases del aprendizaje autorregulado en la resolución de problemas de la máquina de Atwood.
- Reconocer los aprendizajes metacognitivos adquiridos a lo largo de la intervención aplicados a la resolución de problemas de dinámica.

### 3.3.2. Metodología a utilizar en las sesiones de intervención

El desarrollo de las sesiones está basado en estrategias metacognitivas que fomentan el aprendizaje autorregulado y la reflexión en la resolución de problemas de dinámica. Las estrategias empleadas se fundamentan en los estudios de Solaz Portolés y Sanjosé López (2008), Ozbey-Demir (2025), Zhang (2025) y Campanario (2000) que coinciden en que el uso de estrategias de planificación, supervisión y evaluación mejora el aprendizaje del alumnado. De este modo, la intervención está orientada a fomentar la reflexión sobre el proceso de resolución de problemas de dinámica.

En primer lugar, se llevará a cabo una evaluación inicial (Sesión 1) para determinar el grado de conocimiento que tiene el alumnado sobre estrategias metacognitivas. Se realizará mediante un cuestionario modificado del MAIT original (Balcikanli, 2011), que recoge información sobre el conocimiento y uso de estrategias metacognitivas aplicadas durante la resolución de tareas. El mismo formulario incluye una pregunta relacionada con el método que cada alumno emplea en la resolución de problemas de dinámica, esto nos ayudará a saber

qué estrategias utilizan y si son las adecuadas. Por último, se realizará un debate grupal sobre el proceso que emplea cada uno y una autoevaluación que les hará reflexionar sobre su propio uso de estrategias metacognitivas.

Una vez evaluados los resultados de la primera sesión, la segunda sesión se centrará en instruir de manera explícita y directa estrategias cognitivas y metacognitivas para la resolución de problemas de dinámica. Como marco teórico se utilizarán las leyes de Newton, lo que nos permitirá aplicar dichas estrategias al área de dinámica. La primera ley de Newton servirá para tratar la dificultad de identificar datos e incógnitas mediante la estrategia "*auto instrucciones*". La segunda ley de Newton servirá para abordar la dificultad de comprensión conceptual y transferencia de conocimientos mediante el "*modelamiento metacognitivo*". Por último, la tercera ley de Newton se utilizará para trabajar la falta de planificación mediante la "*auto interrogación metacognitiva*".

En las siguientes tres sesiones (sesiones 3 a 5) se trabajarán cada una de las fases del proceso del aprendizaje autorregulado en gran grupo, aplicándolas a problemas de un cuerpo sobre un plano horizontal. Tras la actividad de cada sesión se realiza un debate grupal sobre el uso de la estrategia metacognitiva empleada, lo que ayuda al alumnado a adquirir diferentes puntos de vista y a reflexionar sobre su propio desempeño en cada actividad.

En la siguiente sesión (sesión 6) se desarrollará el proceso del aprendizaje autorregulado al completo por parejas aplicado a problemas de un cuerpo sobre un plano inclinado. Se trabajarán estrategias que permitan la participación equitativa de ambos integrantes mediante la toma de decisiones compartidas en cada fase del proceso.

En la séptima sesión, se trabajará el proceso completo del aprendizaje autorregulado de forma individual aplicado a problemas sobre la máquina de Atwood. Esto permitirá al estudiante a integrar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de las sesiones y consolidar su autonomía en la resolución de problemas de dinámica.

En la última sesión (sesión 8) se realiza una evaluación final para medir el uso de estrategias metacognitivas. La evaluación consta de un cuestionario final, de un debate grupal en el que se concluyan las claves para resolver problemas de dinámica y de un ticket de salida que les permita analizar críticamente la experiencia a lo largo de las sesiones.

### 3.3.3. Desarrollo de la propuesta de intervención

La propuesta de intervención está compuesta por ocho sesiones, siendo una de ellas una evaluación inicial, seis sesiones de intervención y una sesión final de evaluación. En las tablas 1 a 8 se describe el desarrollo de cada sesión detallando los objetivos, contenidos, metodología, evaluación y recursos.

**Tabla 1.**

*Sesión 1: Evaluación inicial.*

| **Primera sesión** | |
|---|---|
| ***Título:*** Evaluación inicial. | |
| ***Objetivo:*** | Evaluar el conocimiento inicial del alumnado sobre estrategias metacognitivas. |
| ***Contenidos:*** | - Conocimientos sobre estrategias metacognitivas.<br>- Uso de estrategias metacognitivas. |
| ***Descripción*:**<br>El docente comenzará explicando en qué cosiste la tarea que los alumnos van a realizar. Se aplicará el cuestionario modificado del MAIT (Balcikanli, 2011) original, que permite valorar el grado de conciencia metacognitiva del alumnado. Este cuestionario recoge información sobre el conocimiento y uso de estrategias metacognitivas durante la resolución de tareas.<br>El cuestionario (Anexo 1), ha sido adaptado para el alumnado de 4º de ESO. Originalmente, esta herramienta evalúa las estrategias metacognitivas del docente, pero, se ha sustituido las referencias de "enseñanza" por "aprendizaje" para ajustarse al contexto del alumnado. Tendrán que valorar cada ítem indicando el grado de acuerdo o desacuerdo.<br>Una vez rellenado el formulario, al final encontrarán una pregunta que tendrán que contestar: *"¿Crees que tienes un método específico para resolver problemas de dinámica? Descríbelo brevemente*". Compartirán sus respuestas y reflexionarán sobre el proceso, se realizará un debate grupal anotando las ideas principales en la pizarra. Finalmente, los estudiantes realizarán una autoevaluación (Anexo 2) sobre su propio uso de estrategias metacognitivas. | |
| ***Evaluación:*** | - Observación directa durante el debate grupal.<br>- Cuestionario modificado del MAIT (Anexo 1).<br>- Autoevaluación sobre el uso de estrategias metacognitivas (Anexo 2). |
| ***Recursos:*** Cuestionario inicial (Anexo 1), pizarra, autoevaluación uso de estrategias metacognitivas (Anexo 2). | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 2.**

*Sesión 2: Instrucción explicita de estrategias de aprendizaje para la resolución de problemas.*

| **Segunda sesión** | |
|---|---|
| ***Título:*** Instrucción explícita de estrategias cognitivas y metacognitivas para la resolución de problemas de dinámica. | |
| ***Objetivo:*** | Adquirir estrategias cognitivas y metacognitivas para mejorar la resolución de problemas de dinámica. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias cognitivas de aprendizaje.<br>- Estrategias metacognitivas de aprendizaje.<br>- Leyes de Newton. |
| ***Descripción*:**<br>Para captar la atención del alumnado, el docente plantea la siguiente pregunta: *"¿Cómo estudiáis y resolvéis problemas de física?"*. Se apuntan las estrategias más relevantes en la pizarra para activar el pensamiento del alumno. Después, se presenta la sesión: trabajar estrategias cognitivas y metacognitivas con las leyes de Newton como marco teórico. Esta primera toma de contacto busca responder a las dificultades detectadas.<br>La primera ley de Newton servirá para tratar la dificultad de identificar datos e incógnitas mediante la estrategia "*auto instrucciones*". El docente presenta un problema basado en este principio y modela en voz alta el guion de auto instrucciones (Anexo 3). La docente plateará un problema similar y se proporcionará al alumnado una ficha con las auto instrucciones (Anexo 3) para resolver el problema.<br>Después, la segunda ley de Newton servirá para abordar la dificultad de comprensión conceptual y transferencia de conocimientos mediante el "*modelamiento metacognitivo*" .La docente resuelve un problema verbalizando no solo los pasos sino el porqué de cada decisión. Después, se proporcionará al alumnado una ficha (Anexo 4) en la que deberán resolver un problema similar registrando por escrito sus pensamientos en cada paso.<br>Finalmente, se utilizará la tercera ley de Newton para trabajar la falta de planificación mediante la "*auto interrogación metacognitiva*". El alumnado responderá por escrito una serie de preguntas (Anexo 5) antes de resolver el problema que propone el docente, para organizar su procedimiento. | |
| ***Evaluación:*** | - Resolución del problema de la primera actividad.<br>- Lista de cotejo sobre la segunda y tercera actividad (Anexo 6). |
| ***Recursos:*** Pizarra, guion de auto instrucciones (Anexo 3), ficha modelamiento metacognitivo (Anexo 4), ficha auto interrogación metacognitiva (Anexo 5), lista de cotejo sobre la segunda y tercera actividad (Anexo 6) | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 3.**

*Sesión 3: Planificación de la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase.*

| **Tercera sesión** | |
|---|---|
| ***Título:*** Planificación de la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase. | |
| ***Objetivo:*** | Planificar en grupo la resolución de un problema de un plano horizontal. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de planificación del aprendizaje.<br>- Cuerpo sobre un plano horizontal. |

***Descripción*:**

El docente contextualiza la sesión y aclara que se centrará en planificar un problema de un cuerpo sobre un plano horizontal y que no se resolverá. Seguidamente expone un ejemplo de cómo abordar la planificación de un problema modelando en voz alta preguntas como: *"¿Qué me pide?"* o "*¿Qué conozco y que no?*", el alumnado visualiza cómo es el proceso y qué es lo que se espera de ellos. Después se ofrece una guía de planificación (Anexo 7) que, junto con los alumnos, sigue las pautas establecidas en la lista y planteando el problema de forma grupal, anotando en la pizarra las aportaciones más relevantes:

1. *Análisis y objetivación de la demanda*: el grupo define qué pide el problema, qué teoría hay implicada y verifica la comprensión del contexto del enunciado.
2. *Evaluación de recursos y auto chequeo*: se construyen dos listas, compuestas por datos que saben y los que faltan. Además, deben de apuntar conocimientos previos que pueden servirles y cuáles no dominan todavía.
3. *Selección de micro estrategias y establecimiento de metas*: se definen los pasos correctos y se responden las siguientes preguntas: cuál es el objetivo, qué recursos se necesitan y, si ya se resolvió algo parecido, cómo hacerlo mejor esta vez.
4. *Temporalización:* el grupo establece una temporalización realista, distribuyendo el tiempo de planteamiento y cálculo.
5. *Gestión de la motivación*: cada alumno valora su capacidad para organizar el problema, deben desglosar el problema en metas alcanzables para mantener su motivación.

El alumnado deberá anotar el proceso que se establece en su guía de planificación. El docente repasa todo el plan completo y pide a los alumnos sugerencias de mejora. Por último, se hace hincapié en que en la próxima sesión se ejecutará el plan construido.

| | |
|---|---|
| ***Evaluación:*** | - Lista de cotejo con criterios sobre el desempeño (Anexo 8)<br>- Resultados de la guía de planificación (Anexo 7). |
| ***Recursos:*** Pizarra, guía de planificación (Anexo 7) y lista de cotejo con criterios sobre el desempeño (Anexo 8). | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 4.**

*Sesión 4: Ejecución de la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase.*

| **Cuarta sesión** | |
|---|---|
| ***Título:*** Ejecución de la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase. | |
| ***Objetivo:*** | Resolver en grupo el problema planificado de un plano horizontal supervisando cada paso del proceso. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de ejecución del aprendizaje.<br>- Cuerpo sobre un plano horizontal. |

***Descripción*:**

El docente explica que los recursos vistos en esta sesión se aplican de forma simultánea a las fases establecidas previamente. En primer lugar, se releen los pasos establecidos en la guía de planificación (Anexo 7) y se acuerda que se ejecutará el plan controlando el proceso. Además, la docente modela el acto de supervisarse mientras resuelve un ejemplo, así el grupo sabrá distinguir qué es lo que se le pide concretamente. En la guía de planificación (Anexo 7), los alumnos establecieron de forma grupal cuatro pasos a seguir para la resolución del problema, a continuación, se determina la solución de manera grupal. A cada alumno se le proporciona una ficha de resolución (Anexo 9) en la que figuran los cuatro pasos y un espacio para desarrollar el problema. En cada apartado, el alumnado tiene que anotar las preguntas que el docente modela en voz alta y deberán reflexionar sobre sus respuestas. La ficha se entrega sin resolver; en el Anexo 9 se recoge la versión desarrollada, con la solución del problema y las preguntas formuladas por el docente.

Una vez finalizado, el docente contrasta las pautas planificadas con la ejecución de la tarea y plantea: *"¿Se cumplieron los criterios que establecimos?", "¿En qué paso estuvo la mayor dificultad?"* y *"¿Hubo que cambiar el enfoque en algún momento?".* Por último, se hace un debate grupal sobre las dificultades que han tenido los alumnos y las deberán anotar en un ticket de salida (Anexo 10). Esto permite a la docente reflexionar sobre su desempeño y distinguir cuales son los aspectos en los que más dificultades tienen los alumnos.

| | |
|---|---|
| ***Evaluación:*** | - Guía de resolución completa (Anexo 9).<br>- Ticket de salida cuarta sesión (Anexo 10). |

***Recursos:*** Pizarra, Guía de resolución completa (Anexo 9), Ticket de salida cuarta sesión (Anexo 10).

***Duración:*** 55 minutos.

**Tabla 5.**

*Sesión 5: Evaluación sobre la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase.*

| **Quinta sesión** | |
|---|---|
| ***Título:*** Evaluación sobre la resolución de problemas de dinámica con el grupo clase. | |
| ***Objetivo:*** | Reflexionar en grupo sobre el proceso de resolución del problema del plano horizontal. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de evaluación de aprendizaje.<br>- Cuerpo sobre un plano horizontal. |
| ***Descripción*:**<br>El docente hace un repaso del plan que se diseñó y de la resolución de la sesión anterior, además se presenta el objetivo de la sesión que consistirá en reflexionar sobre la forma en la que se resolvió el problema de la sesión anterior. Se modela en voz alta la reflexión sobre una resolución de un ejemplo breve: *"¿Se ha alcanzado el objetivo?*" y *"¿Qué técnica ha funcionado?"*. Esto les ayuda a distinguir entre reflexionar cómo se ha pensado de simplemente comprobar si la respuesta es correcta. A continuación, se explica que todas las reflexiones deberán registrarlas en su diario metacognitivo (Anexo 11). El docente las guiará a través de cinco pautas; cada estudiante anotará sus reflexiones de forma individual y, posteriormente, se pondrán en común para debatir sobre ellas. Las pautas son las siguientes:<br>*1.* Valoración del logro de objetivos: *"¿He alcanzado mi objetivo?"* y *"¿He cumplido todo lo que se me pedía?".*<br>*2.* Análisis de errores: *"¿Qué errores son fáciles de resolver?"* y *"¿A qué se deben los errores?".*<br>*3.* Evaluación de estrategias y recursos*: "¿Qué técnicas han funcionado y cuáles no?"* y *"Los recursos disponibles han sido suficientes?".*<br>4. Atribuciones y satisfacción personal: *"¿El resultado se debe a mi esfuerzo o a la suerte?"* y "*¿Estoy seguro de haber comprendido el problema?".*<br>5. Transferencia a otros contextos y mejora personal: *"¿En qué otras situaciones puedo emplear este procedimiento?"* y "*¿Qué debo hacer de forma diferente la próxima vez?".*<br>Se debate sobre las reflexiones y se identifican dificultades comunes y las estrategias que mejor hayan funcionado. Una vez finalizado, se les proporciona una rutina 3-2-1 puente (Anexo 12) en la que sintetice los aspectos descritos en el diario metacognitivo. | |
| ***Evaluación:*** | - Rúbrica sobre diario metacognitivo (Anexo 13).<br>- Rutina 3-2-1 puente (Anexo 12). |
| ***Recursos:*** Diario metacognitivo (Anexo 11), rutina 3-2-1 puente (Anexo 12) y rúbrica sobre diario metacognitivo (Anexo 13). | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 6.**

*Sesión 6: Aplicación por parejas de las tres fases del aprendizaje autorregulado.*

| **Sexta sesión** | |
|---|---|
| ***Título**:* Trabajo por parejas de las tres fases del aprendizaje autorregulado. | |
| ***Objetivo:*** | Resolver en pareja un problema de plano inclinado integrando las tres fases del proceso de autorregulación. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de aprendizaje.<br>- Cuerpo sobre un plano inclinado. |

***Descripción*:**

El docente forma parejas en función de las características individuales del alumnado para que se complementen los distintos niveles y ritmos de aprendizaje. Se propone un problema de un cuerpo sobre un plano inclinado que deberán resolver entre ambos compañeros; se les proporcionará una hoja de registro (Anexo 14) en la que detallarán su proceso. El docente establecerá las siguientes pautas que las parejas deben seguir:

1. Planificación: la pareja debe anotar los datos que conocen y los que necesitan. Seguidamente deberán hacerse auto preguntas como: *"¿Cuál es nuestro objetivo?".* Además, tendrán que desarrollar el plan de resolución visualizando el diagrama de fuerzas del problema.
2. Ejecución y monitoreo: mientras uno de los compañeros sigue el plan pensando en voz alta, el otro registra el razonamiento; a mitad de resolución se intercambian los roles. Después, tienen que responder preguntas como: *"¿Funciona lo que estamos haciendo?"*.
3. Evaluación y autorreflexión: cada uno reflexiona individualmente el proceso que han seguido y después determinarán conclusiones compartidas. Finalmente, responderán preguntas de manera compartida como: *"¿Qué hemos aprendido sobre la forma de resolver el problema?"*.

Por último, la docente proporcionará una ficha de coevaluación (Anexo 15), en la que tendrán que rellenar una rúbrica y contestar una serie de preguntas sobre el desempeño de su compañero.

| | |
|---|---|
| ***Evaluación:*** | - Rúbrica sobre el registro del proceso (Anexo 16)<br>- Coevaluación (Anexo 15) |
| ***Recursos:*** Registro del proceso (Anexo 14) y coevaluación (Anexo 15) y rúbrica sobre el registro del proceso (Anexo 16). | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 7.**

*Sesión 7: Aplicación individual de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas sobre la máquina de Atwood.*

| **Séptima sesión** | |
|---|---|
| ***Título**:* Aplicación individual de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas sobre la máquina de Atwood. | |
| ***Objetivo:*** | Aplicar de forma autónoma las tres fases del aprendizaje autorregulado en la resolución de problemas de la máquina de Atwood. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de aprendizaje.<br>- Máquina de Atwood. |
| ***Descripción*:**<br>El docente recuerda todas las fases del proceso de autorregulación, pero esta vez se insiste en que se aplicarán de manera individual en la resolución de problemas de la máquina de Atwood. Se le proporciona al alumno una guía individual (Anexo 17) con las fases de resolución y las estrategias que debe aplicar. Deberá resolver el problema y reflejar su proceso mediante sus propias reflexiones, la guía contiene los siguientes apartados:<br>- Planificación: mediante cuatro preguntas se realizará un desglose del enunciado que permitirá analizar todos los datos de este, además se encuentra la rutina de pensamiento *"Veo, Pienso, Me Pregunto"* para estructurar el enfoque inicial.<br>- Ejecución y monitoreo: tiene un espacio para resolver el problema y una rueda de clarificación que le ayude a controlar su proceso de resolución.<br>- Evaluación: este apartado consta de una escalera de la metacognición, un análisis y reparación de errores, y la aplicación de lo aprendido a otros contextos.<br>Finalmente, les pide que cuenten qué les ha parecido el proceso y qué estrategia les ha sido más fácil utilizar. Finalmente se pone en común los aspectos más relevantes para que los alumnos y la docente reconozcan las dificultades más comunes y saber cómo abordarlas. Una vez hayan debatido se les pedirá que rellenen una diana de autoevaluación (Anexo 19) cuyos criterios coincidirán con los de la rúbrica, de esta forma docente y alumno evalúan los mismos aspectos. | |
| ***Evaluación:*** | - Rúbrica sobre guía metacognitiva (Anexo 18)<br>- Diana de autoevaluación (Anexo 19) |
| ***Recursos:*** Guía individual (Anexo 17), rúbrica sobre guía metacognitiva (Anexo 18) y diana de autoevaluación (Anexo 19) | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

**Tabla 8.**

*Sesión 8: Autoevaluación final.*

| **Octava sesión** | |
|---|---|
| ***Título**:* Autoevaluación final. | |
| ***Objetivo:*** | Reconocer los aprendizajes metacognitivos adquiridos a lo largo de la intervención aplicados a la resolución de problemas de dinámica. |
| ***Contenidos:*** | - Estrategias metacognitivas de aprendizaje.<br>- Conocimientos sobre dinámica. |
| ***Descripción*:**<br>La autoevaluación se estructura en tres partes: "*cómo lo hacía, cómo lo hago y cómo lo haré*" (Anexo 20). Cada apartado cuenta con su ficha relacionada con el uso de estrategias metacognitivas aplicadas a la resolución de problemas de dinámica. El contenido es el siguiente:<br>- "*Cómo lo hacía":* cada estudiante representa una línea del tiempo a través de los problemas trabajados. En cada apartado indica qué fue lo más difícil, qué estrategia le ayudó a comprenderlo y cómo cambió su manera de afrontar ese problema.<br>- *"Cómo lo hago*": se utiliza una diana de autoevaluación en la que cada eje corresponde a operaciones clave de la resolución de problemas de dinámica. Con un color el alumno marcará cómo se valoraba al empezar la intervención y con otro cómo se valora actualmente.<br>- *"Cómo lo haré"*: cada estudiante debe redactar una breve carta dirigida a un alumno que esté empezando a resolver problemas de dinámica, recomendándole estrategias, qué errores suelen ser los típicos, cómo afrontarlos y qué consejo le daría para regular su propio proceso.<br>Se compartirán fragmentos de cada apartado y se construye una lista común con las claves para resolver problemas de dinámica. Para finalizar deberán rellenar un ticket de salida (Anexo 21) en el que el alumno reflexione sobre su propio proceso a lo largo de la intervención. | |
| ***Evaluación:*** | - Rúbrica sobre la autoevaluación (Anexo 21).<br>- Ticket de salida octava sesión (Anexo 22). |
| ***Recursos:*** Autoevaluación "cómo lo hacía, cómo lo hago y cómo lo haré" (Anexo 20), y rúbrica sobre la autoevaluación (Anexo 21) y ticket de salida octava sesión (Anexo 22). | |
| ***Duración:*** 55 minutos. | |

### 3.3.4. Temporalización: cronograma

La propuesta de intervención se desarrolla a lo largo del mes de noviembre. Esto es debido a que la necesidad de intervenir surge a raíz de las dificultades vistas durante los dos primeros meses del trimestre. Se realiza a mitad del primer trimestre para que el alumnado pueda aplicar y consolidar las estrategias durante el resto del curso.

**Figura 3.**

*Cronograma de la propuesta de intervención.*

| NOVIEMBRE | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** |
| 1 | 2 **Sesión 1** | 3 | 4 **Sesión 2** | 5 |
| 8 **Sesión 3** | 9 **Sesión 4** | 10 **Sesión 5** | 11 | 12 |
| 15 | 16 **Sesión 7** | 17 | 18 **Sesión 8** | 19 |

### 3.3.5. Recursos necesarios para implementar la intervención

La ejecución de la propuesta de intervención requiere el uso de una serie de recursos que garanticen su efectividad. Estos recursos son necesarios para asegurar un aprendizaje significativo y autorregulado de la resolución de problemas de dinámica. En este apartado se describen los recursos humanos, materiales y espaciales necesarios para la implementación de las sesiones anteriormente descritas.

Los recursos humanos son los más importantes de todos. Los alumnos son los principales protagonistas de la propuesta de intervención ya que serán ellos los que empleen las estrategias metacognitivas para mejorar su propio aprendizaje. Además, el alumnado comparte su experiencia con el resto de los compañeros, aprendiendo y tomando conciencia del resto de opiniones. Por otro lado, el docente actúa como guía y facilitador del aprendizaje, no como un mero transmisor de conocimientos. También se encarga de modelar en voz alta

los procesos de pensamiento, de registrar los avances de cada alumno y de retirar progresivamente los apoyos para favorecer la autonomía.

Los recursos materiales son imprescindibles para la puesta en práctica de la intervención. La propuesta destaca por tener unos materiales al alcance de todos para que se pueda llevar a cabo en cualquier contexto. Por un lado, se utilizan los materiales típicos de cualquier aula, como papel, bolígrafos, la pizarra y fichas de trabajo que el alumnado utiliza durante la aplicación de estrategias metacognitivas a la resolución de problemas de dinámica. Entre estos cabe destacar el cuestionario modificado MAIT (Balcikanli, 2011) utilizado en la evaluación inicial para conocer el grado de conocimiento y de uso de estrategias metacognitivas durante la resolución de la tarea. Por otro lado, las rúbricas, listas de cotejo y plantillas guían la planificación, el monitoreo y la evaluación del desarrollo a lo largo de las sesiones; estos instrumentos resultan fundamentales para asegurar el andamiaje y se retiran progresivamente para favorecer la toma de conciencia sobre los propios procesos de aprendizaje.

Para el diseño y elaboración de los instrumentos y las guías proporcionadas al alumnado se recurre a la herramienta de diseño “Canva”. Permite elaborar materiales visuales claros y atractivos, que mejoran la comprensión del alumnado hacia la actividad a realizar. El uso de estos recursos digitales no condiciona el desarrollo en el aula ya que se trata de una herramienta de acceso gratuito que se utiliza exclusivamente en el diseño de materiales.

En cuanto a los recursos espaciales, la propuesta se desarrolla en un aula ordinaria. Este tipo de aulas de uso común se adapta a las dinámicas propuestas a lo largo de las sesiones: trabajo de manera grupal y en parejas que permite el intercambio de estrategias y puesta en común y disposición individual durante las sesiones de resolución autónoma.

En conclusión, los recursos necesarios para llevar a cabo la propuesta no son excepcionales ni requieren de exigencias más allá de lo habitual en un aula de Educación Secundaria. Esto proporciona una ventaja considerable para la intervención, ya que permite su implementación en cualquier contexto sin necesidad de medios extraordinarios. Además, los trabajos de Ozbey-Demir (2025), Zhang (2025) y Lopera (2011) corroboran que el uso de recursos que permitan la planificación, el control y la evaluación convierte al estudiante en un agente activo y reflexivo capaz de supervisar y mejorar su propio proceso de aprendizaje.

## 3.4. Diseño de la evaluación de la propuesta de intervención

La evaluación es uno de los elementos esenciales del proceso de enseñanza y aprendizaje, entendida como un proceso sistemático y continuo orientado a recoger información sobre el aprendizaje del alumnado con el fin de tomar decisiones que permitan mejorarlo. La evaluación se debe concebir como continua, formativa e integradora, según el marco legal, de modo que no se limita a constatar de manera numérica los resultados, sino que acompaña durante todo el proceso ajustando la intervención a las dificultades detectadas.

El diseño de la evaluación de la propuesta de intervención se centra principalmente en responder a los objetivos propuestos en cada sesión. Además, se debe pensar en qué instrumento puede adaptarse mejor a cada una de las fases, teniendo en cuenta el contexto de la sesión y los aspectos que se deben evaluar de todo el proceso. Por otro lado, hay que tener en cuenta cuándo se realiza esa evaluación que, como se ha indicado antes, se tiene que ajustar para que sea continua, formativa e integradora; por lo que los instrumentos diseñados deben adaptarse a esta condición.

La propuesta de intervención comienza con una evaluación inicial que nos permite saber el conocimiento y uso de estrategias metacognitivas por parte del alumnado. La información obtenida a través del instrumento utilizado nos ayuda a diseñar el resto de las sesiones y, por tanto, los instrumentos de evaluación; de esta forma, se conoce el punto del que parte el alumnado en cuanto a las estrategias empleadas en la resolución de problemas de dinámica y se puede ajustar mucho mejor los recursos.

La evaluación del resto de sesiones será continua, combinando tres modalidades: la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación. El uso de diferentes formas de evaluación fomenta el papel activo del alumno, favoreciendo su motivación e implicación. El alumnado se evaluará entre iguales y a ellos mismos mediante cuestionarios y preguntas reflexivas. Esto permite identificar sus dificultades y valorar la eficacia de las estrategias empleadas. Por otro lado, el docente les evaluará mediante rúbricas, listas de cotejo y recursos metacognitivos como los tickets de salida.

A continuación, en la Tabla 9 se estructura el diseño de la evaluación de la propuesta de intervención según los objetivos, el tipo, las estrategias y los instrumentos de evaluación.

**Tabla 9.**

*Evaluación de la propuesta de intervención.*

| Sesión | Objetivo | Tipo de evaluación | Estrategia de evaluación (instrumento) | Diseño del instrumento |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Evaluar el conocimiento inicial del alumnado sobre estrategias metacognitiva. | Mixta. | ·Observación directa durante el debate grupal.<br>·Cuestionario modificado del MAIT.<br>·Autoevaluación | ·Anexo 1: Cuestionario modificado del MAIT.<br>·Anexo 2: Autoevaluación sobre el uso de estrategias metacognitivas. |
| 2 | Adquirir estrategias cognitivas y metacognitivas para mejorar el aprendizaje. | Mixta. | ·Resolución de la primera actividad.<br>·Lista de cotejo segunda actividad<br>·Lista de cotejo tercera actividad. | ·Anexo 3: Resolución del problema de la tercera actividad.<br>·Anexo 5: Lista de cotejo de la segunda actividad.<br>·Anexo 6: Lista de cotejo de la tercera actividad. |
| 3 | Planificar en grupo la resolución de un problema de un plano horizontal. | Mixta. | ·Lista de cotejo sobre desempeño.<br>·Guía de planificación. | ·Anexo 7: Guía de planificación.<br>·Anexo 8: Lista de cotejo con criterios sobre el desempeño. |
| 4 | Resolver en grupo el problema planificado de un plano horizontal supervisando cada paso del proceso | Mixta. | ·Cuestionario<br>·Ticket de salida. | ·Anexo 9: Ficha de resolución.<br>·Anexo 10: Ticket de salida cuarta sesión. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Reflexionar en grupo sobre el proceso de resolución del problema de un plano horizontal. | Mixta. | ·Rúbrica.<br>·Rutina 3-2-1 puente. | ·Anexo 12: Rúbrica sobre diario metacognitivo.<br>·Anexo 13: Rutina 3-2-1 puente. |
| 6 | Resolver en pareja un problema de plano inclinado integrando las tres fases del proceso de autorregulación. | Mixta. | ·Rúbrica.<br>·Coevaluación. | ·Anexo 15: Coevaluación.<br>·Anexo 16: Rúbrica sobre el registro del proceso. |
| 7 | Aplicar de forma autónoma las tres fases del aprendizaje autorregulado en la resolución de problemas de la máquina de Atwood. | Mixta. | ·Rúbrica.<br>·Diana de autoevaluación. | ·Anexo 18: Rúbrica sobre guía metacognitiva.<br>·Anexo 19: Diana de autoevaluación |
| 8 | Reconocer los aprendizajes metacognitivos adquiridos a lo largo de la intervención aplicados a la resolución de problemas de dinámica | Mixta. | ·Rúbrica.<br>·Ticket de salida. | ·Anexo 21: Rúbrica sobre la autoevaluación.<br>·Anexo 22: Ticket de salida octava sesión. |

Se ha optado por una evaluación de carácter mixto, ya que se combinan instrumentos de evaluación cuantitativos y cualitativos en todas las sesiones. Este tipo de enfoque responde a la naturaleza de la propuesta, desarrollar estrategias metacognitivas para mejorar la resolución de problemas de dinámica. La adquisición de este tipo de estrategias se atribuye a procesos internos que no resultan visibles a través de un único instrumento, sino que requieren de evidencias de todo tipo para poder asegurar la obtención de dichos conocimientos. Además, según la normativa vigente, la evaluación se concibe como un proceso continuo, formativo e integrador, por lo que se ha optado por la selección de instrumentos que permitan aportar evidencias objetivas y subjetivas que reflejen el seguimiento de la evolución del alumnado y contrastar el punto de partida con el estado final.

La selección de instrumentos se ha realizado en función del objetivo y de la fase del proceso de autorregulación determinada. El cuestionario adaptado de MAIT (Balcikanli, 2011) se utiliza para el objetivo inicial, es de carácter diagnóstico y permite obtener una medida del punto de partida del alumnado. Las listas de cotejo se emplean para determinar desempeños bien delimitados, lo que resulta idóneo para verificar la adquisición de estrategias concretas. Las guías de planificación, las rutinas de pensamiento y los tickets de salida se utilizan para objetivos centrados en las fases del proceso de autorregulación. Su función consiste en reflejar el proceso de pensamiento. Las rúbricas se reservan para objetivos vinculados a la integración de las diferentes fases, ya que sus niveles de logro descriptivos permiten valorar el desempeño. Por último, la autoevaluación y coevaluación se emplean para fomentar el papel activo del alumno en su propio proceso de aprendizaje.

En cuanto al diseño de los diferentes instrumentos, ha girado en torno a que su contenido cubra el propio objetivo; además, se han adaptado al alumnado en cuanto al registro lingüístico y a las situaciones planteadas. Los indicadores de las listas de cotejo se formulan para que el registro sea lo más preciso posible, las guías y rutinas se estructuran siguiendo las fases del proceso de autorregulación y las rúbricas describen los niveles de logro graduales asociados a cada objetivo. En conclusión, el diseño responde a los requisitos que aseguran que el instrumento mida lo que el objetivo exige determinar.

# 4. Conclusiones

El presente trabajo fin de máster se dirige a estudiantes de 4º de ESO de la asignatura de Física y Química con la finalidad de mejorar el aprendizaje de la resolución de problemas de dinámica. Tras detectar, en la resolución de problemas de dinámica, dificultades para identificar datos e incógnitas, escasa comprensión conceptual y dificultad para transferir conocimientos a nuevas situaciones, falta de planificación en la resolución de problemas y escasa comprobación de resultados y procedimientos, se plantea implementar estrategias metacognitivas con el fin de solventar esta problemática.

Se ha comenzado fundamentando teóricamente el concepto de metacognición y su papel en el aprendizaje de las ciencias. Sobre este marco se identificaron estrategias asociadas a las distintas fases de la resolución de problemas y se analizaron propuestas de intervención en el ámbito de la Física; todo ello se concretó en el desarrollo de ocho sesiones acompañadas de sus instrumentos de evaluación correspondientes. El principal valor de la propuesta reside en hacer explícito aquello que frecuentemente parece implícito: los procesos de planificación, supervisión y evaluación que el alumnado debe activar al enfrentarse a cualquier contenido.

Para asegurar que la propuesta cumple con la finalidad determinada, se establecen una serie de objetivos que orientan la intervención. Para poder cumplir el objetivo general del trabajo, se ha seguido un proceso secuencial en el que cada fase ha servido de base para la siguiente. Se parte de la fundamentación teórica, recogida en el marco teórico, de la metacognición y de su papel en el aprendizaje de la Física y, concretamente, de la resolución de problemas de dinámica. Además, se han señalado diferentes estrategias asociadas a cada fase de la resolución de problemas y se han analizado propuestas de intervención previas en el ámbito de la dinámica. Todo ello, se ha concretado en una secuencia de ocho sesiones junto con los instrumentos de evaluación correspondientes. Por lo tanto, el objetivo general se ha alcanzado ya que se dispone de una propuesta contextualizada que integra estrategias metacognitivas para mejorar la resolución de problemas de dinámica.

El papel de la metacognición y la resolución de problemas en Física se ha abordado mediante una revisión del marco teórico en el que se desarrolla el concepto de metacognición y su implicación en la enseñanza de las ciencias. Se concluye que la resolución de problemas en Física no es una actividad únicamente procedimental, sino que exige la regulación consciente

del propio proceso de ejecución. Es por ello, que la metacognición adquiere un papel fundamental dentro de la materia, ya que permite al alumnado planificar su actuación, supervisar cada paso y evaluar sus resultados y procedimiento.

Respecto a identificar estrategias metacognitivas adecuadas para fases de planificación, supervisión y evaluación del proceso de resolución de problemas, se han sintetizado, a partir de la literatura analizada, estrategias concretas asociadas a cada una de estas fases. La conclusión es que la metacognición se entiende como un conjunto de acciones enseñables y observables, que permite llevarla al aula de forma secuenciada dependiendo de las fases del proceso.

Para examinar propuestas de intervención aplicadas a la resolución de problemas de dinámica, se han analizado experiencias previas que han permitido identificar sus aportaciones y limitaciones. De este análisis se concluye que existen valiosas intervenciones en el ámbito de resolución de problemas, pero, son escasas las que integran de forma directa la implementación de estrategias metacognitivas en el área de dinámica, lo que confirma la importancia y la oportunidad de futuras propuestas en este ámbito.

Se ha diseñado una secuencia didáctica de ocho sesiones que integra de manera explícita estrategias metacognitivas para la resolución de problemas de Física. Parte de una sesión de diagnóstico, apoyada en una adaptación del cuestionario MAIT (Balcikanli, 2011) y desarrolla gradualmente las estrategias de planificación, supervisión y evaluación a lo largo de las sesiones, además de retirar progresivamente los puntos de apoyo para favorecer la autonomía y la toma de decisiones. Cabe destacar que el diseño de la intervención es viable para cualquier contexto ya que los instrumentos de evaluación son de uso común y no se requieren recursos extraordinarios.

También se han propuesto instrumentos de evaluación coherentes con el enfoque metacognitivo que engloba la intervención. Se han diseñado instrumentos orientados a valorar no solo el producto de la resolución, como pueden ser cuestionarios o rúbricas, sino también el proceso de regulación que le acompaña, por ejemplo, las listas de cotejo o los instrumentos de autoevaluación y coevaluación. Por ello, se concluye que se ha alcanzado la conexión entre el enfoque metacognitivo de la propuesta y su evaluación, centrando la atención en la conciencia y el control que el alumnado ejerce sobre su propio proceso de aprendizaje.

En conclusión, el cumplimiento de los diferentes objetivos específicos ha hecho posible dar respuesta al objetivo general del trabajo: diseñar una propuesta de intervención que, apoyada en estrategias metacognitivas, busca mejorar la resolución de problemas de dinámica en el alumnado de 4º de ESO. La propuesta no busca únicamente adquirir procedimientos, sino que se apuesta por un aprendizaje en el que el alumno reflexiona sobre su propio proceso y aprende a regularlo de manera autónoma. Incorporar la metacognición a la materia de Física y Química no solo favorece aprendizajes más profundos y significativos, sino que proporciona al alumnado herramientas para afrontar diferentes retos que se le planteen en cualquier ámbito. En este sentido, la intervención se orienta hacia un modelo educativo más ajustado a las necesidades de cada estudiante, en el que la reflexión y la gestión del aprendizaje adquieren un lugar central.

No obstante, conviene destacar que al tratarse de una intervención que no ha llegado a implementarse, no es posible afirmar empíricamente su eficacia sobre la mejora real de la resolución de problemas por parte del alumnado. Lo que se ha logrado es fundamentar y diseñar una intervención basada en la literatura actual y en la coherencia interna entre sus objetivos, sus sesiones y su evaluación.

# 5. Limitaciones y prospectiva

Para concluir este trabajo se exponen las limitaciones encontradas durante el desarrollo de la propuesta y se planten futuras líneas de investigación que surgen a partir de este estudio.

## 5.1. Limitaciones

Durante la elaboración del presente Trabajo Fin de Máster se han encontrado ciertas limitaciones que han influido en el desarrollo del estudio. Una de ellas está relacionada con la escasez de referencias bibliográficas centradas específicamente en la temática del trabajo. La literatura sobre metacognición, y las dificultades en la resolución de problemas en Física, es abundante, pero la intervención metacognitiva aplicada a la resolución de problemas de dinámica en educación secundaria es más limitada. Si bien se han localizado obras esenciales que sustentan el marco teórico, se sitúan en niveles universitarios o otros dominios científicos, lo que ha dificultado la transferencia al contexto de 4º de ESO. A todo esto, se le suma la dificultad de acceso a determinados artículos de pago sin acceso institucional.

En cuanto a la orientación teórica, la conexión entre diferentes modelos de metacognición con determinadas terminologías no siempre es coincidente. Debido a que la metacognición es un concepto amplio, ha sido necesario seleccionar conceptos y teorías que sean aplicables a la propuesta de intervención, por lo que ha supuesto un desafío más.

Desde el punto de vista metodológico, la principal dificultad ha sido medir con precisión la metacognición, ya que se asocia a un proceso interno de escasa evaluación por parte del alumnado y que introduce un componente de subjetividad en los instrumentos cualitativos. Además, el empleo del cuestionario adaptado del MAIT no está validado específicamente para esta muestra.

Finalmente, cabe destacar que la propuesta no se ha llevado al aula. En consecuencia, la validación del trabajo ha sido de carácter teórico, quedando pendiente su aplicación en un contexto real.

## 5.2. Prospectiva

La presente propuesta de intervención no implementada abre perspectivas interesantes para trabajar la metacognición en la resolución de problemas de dinámica. La línea de actuación más inmediata es la implementación efectiva de la propuesta en un grupo real de 4º de ESO. Tal y como se ha indicado previamente, la validación del trabajo ha sido de carácter teórico por lo que el siguiente paso consiste en llevar a cabo las ocho sesiones en el aula y corroborar empíricamente sus efectos. La puesta en práctica permitirá recoger datos sobre las respuestas del alumnado y ajustar los instrumentos, la temporalización y las propias sesiones a las necesidades específicas de los alumnos.

Otra línea de investigación sería medir las habilidades metacognitivas antes y después de la intervención para poder valorar con mayor solidez la propia intervención. Además, resultaría interesante realizar un seguimiento a largo plazo para comprobar si estas estrategias pueden transferirse a otros contenidos u otras materias, además de valorar cómo ha evolucionado su autonomía y autorregulación del aprendizaje.

En cuanto al diseño de la propuesta, podría evolucionar para que se pudiera aplicar en aulas más diversas, aplicando medidas específicas del Diseño Universal para el Aprendizaje. Además, los instrumentos de evaluación podrían analizarlos diferentes expertos para validar su fiabilidad.

En cuanto a la utilidad del TFM para la comunidad educativa, aporta un conjunto de materiales y de instrumentos transferibles al aula, creados para hacer visible el proceso de autorregulación del aprendizaje que frecuentemente parece implícito en la práctica docente. La aplicación del trabajo no se limita solo a la resolución de problemas de dinámica, sino que puede adaptarse a otros temas y niveles, sirviendo como modelo para fomentar el uso de estrategias metacognitivas dentro del aula.

El trabajo responde a la problemática planteada de forma parcial ya que no ha llegado a implementarse. Por lo que esta propuesta sirve como punto de partida sólido sobre el que continuar esta línea de investigación

# 6. Referencias bibliográficas

Balcikanli, C. (2011). Inventario de conciencia metacognitiva para docentes (MAIT). *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *9*(3), 1309-1331.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.

Becker, M., Sommer, T., & Cabeza, R. (2025). Insight predicts subsequent memory via cortical representational change and hippocampal activity. *Nature Communications*, *16*(1), 4341.

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. En F. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65–116). Erlbaum.

Burón, J. (1995). *Motivación y aprendizaje*. Mensajero.

Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(3), 369-380.

Costa, S. S. C. D., & Moreira, M. A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física, 18*(3), 263–277.

Da Silva, M., & Lima, M. G. (2011). ¿Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *12*(1), 191-208.

Dulger, Z., & Ogan-Bekiroglu, F. (2025). Students' metacognition knowledge and skills during physics problem-solving process. *Physical Review Physics Education Research*, *21*(2), 020106.

Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, *46*(1), 6–25. https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645

Fiteriani, A., Priyanto, L. D., & Samsudin, A. (2021). Improving students' creative problem-solving ability and metacognitive skills through project-based learning with a STEM approach. *Journal of Physics: Conference Series, 1796*, 012058. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012058

Flavell, J.H. (1979). Metacognición y monitoreo cognitivo: Una nueva área de investigación cognitivo-evolutiva. *American Psychologist, 34* (10), 906–911. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

Fleur, D. S., Bredeweg, B., & van den Bos, W. (2021). Metacognition: Ideas and insights from neuro- and educational sciences. *npj Science of Learning*, *6*(13), 1-11. https://doi.org/10.1038/s41539-021-00089-5

Flores González, E., & Trujillo Rodríguez, A. V. (2024). Metacognición y autorregulación del aprendizaje. *Fedumar Pedagogía Y Educación*, *11*(1), 194–198. https://doi.org/10.31948/fpe.v11i1.4299

Foster, N. L., Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2018). Self-regulated learning of principle-based concepts: Do students prefer worked examples, faded examples, or problem solving? *Learning and Instruction, 55*, 124–138. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.10.002

García Madruga, J. A., Gutierrez Martinez, F., & Carriedo López, N. (2002). El desarrollo de los conocimientos y habilidades metacognitivas. *Psicología Evolutiva II. Desarrollo Cognitivo y lingüístico (93-128).* Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for research in mathematics education*, *16*(3), 163-176

Gick, M. L. (1986). Problem-Solving Strategies . *Educational Psychologist*, *21*(1–2), 99–120. https://doi.org/10.1080/00461520.1986.9653026

Giler-Medina, P. (2022). Reflexión metacognitiva en el aprendizaje de Química Orgánica en estudiantes de Bachillerato. *Prometeo Conocimiento Científico,3*(1), 43–55. https://doi.org/10.55204/pcc.v3i1.16

González, F. E. (2017). Acerca de la metacognición. *Paradigma*, *14*(1y2), 109–135.

Graham, M., Ilic, M., Baars, M., Ouwehand, K., & Paas, F. (2024). The effect of self-monitoring on mental effort and problem-solving performance: A mixed-methods study. *Education Sciences, 14*(11), 1167. https://doi.org/10.3390/educsci14111167

Hernández-Suárez, C. A., Paz-Montes, L. S., & Avendaño Castro, W. R. (2022). Problem solving in the physics classroom: An analysis with secondary school students. *Journal of Physics: Conference Series, 2163*(1), 012010

Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2013). Dificultades en la transferencia del modelo de mecánica newtoniana. *Enseñanza de las Ciencias*, *Extra*, 1748–1753.

Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2016). Promoviendo la autorregulación en la resolución de problemas de física. *Ciência & Educação (Bauru)*, *22*(1), 7-22.

Hofer, S. I., Schumacher, R., Rubin, H., & Stern, E. (2018). Enhancing physics learning with cognitively activating instruction: A quasi-experimental classroom intervention study. *Journal of Educational Psychology, 110(8), 1175.*

Jannah, M., Nasir, M., Siahaan, D. S., & Soewarno, S. (2022). Analysis of students' difficulties in solving Physics problems with multiple representation using what's another way method. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, *14*(2), 2479-2488.

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational technology research and development*, *48*(4), 63-85.

Koch, A. (2001). Training in metacognition and comprehension of physics texts. *Science education*, *85*(6), 758-768.

Krisantini Vinayagan, Fatin Aliah Phang, & Faizani. (2025). The relationship between conceptual understandig and problema-solving abilities in forcé and motion among physics undergraduates in Malasya.. *Joint Prosiding IPS Dan Seminar Nasional Fisika*, *14*(1), PF 70–79.

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, 122868-122953. https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3

Lopera, E. (2011), El aprendizaje-enseñanza de la solución de problemas, la metacognición y la didáctica de la pregunta, una triangulación dinámica para la transferencia del aprendizaje. *Revista Pensando Psicología*, *7*(13), 159-170.

Lozada, J. A. D., & Caballero, J. R. D. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de educación*, *18*(2), 191-209.

Maries, A., & Singh, C. (2023). Helping students become proficient problem solvers Part I: A brief review. *Education Sciences*, *13*(2), 156.

Martí, E. (1995). Metacognición, desarrollo y aprendizaje. Dossier documental. *Journal for the Study of Education and Development*, *18*(72), 115-126.

Mayor Sánchez, J., Suengas Goenetxea, A., & González Marqués, J. (1993). *Estrategias metacognitivas: aprender a aprender y aprender a pensar*. Síntesis

Modi, M. (2024). Meta-cognition-Driven Problem Solving in Physics Education. *Graduate Journal of Interdisciplinary Research, Reports and Reviews*, *2*(02), 110-118.

Mora, C. (2013). Metacognición y áreas de la metacognición. *Revista Psicología*, *32*(1), 33-73.

Moser, S., Zumbach, J., & Deibl, I. (2017). The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation-based physics learning. *Science Education*, *101*(6), 944-967.

OECD (2017). PISA 2015 Results (Vol. V): Collaborative Problem Solving, 46–50. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264285521-en

Ordin, M., El-Dakhs, D. A. S., Tao, M., Chu, F., & Polyanskaya, L. (2024). Cultural influence on metacognition: Comparison across three societies. *Humanities and Social Sciences Communications*, *11*(1), 1492. https://doi.org/10.1057/s41599-024-04013-1

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Oropeza Villalobos, B. (2024). Gestión docente para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas numéricos en física. *Cultura Científica Y Tecnológica*, *21*(3), E31-E39. https://doi.org/10.20983/culcyt.2024.3.2e.3

Osborne, J., Dillon, J., & Nuffield, F. (2008). Science education in Europe. Nuffield Foundation.

Osman, N., Mahmud, S. N. D., & Mohamad Arsad, N. (2026). Integrating metacognition and structured problem-solving in physics: Effects of the e-GraVT digital module on secondary physics students. *European Journal of STEM Education,* *11*(1), 6. https://doi.org/10.20897/ejsteme/17871

Ospina, N. L., Ortiz, C. I., Arévalo, H., & Medina, G. A. S. (2008). Resolución de problemas en ciencias a través de la argumentación. *Magistro*, *2*(3), 65-87.

Otero, J., & Rosa, C. W. D. (2023). Metacognición en el aprendizaje de las ciencias: saber lo que no se sabe o no se comprende. *Educação e Pesquisa*, *49*, e250081.

Ozbey-Demir, O. (2025). Regulating the load: A systematic review of SRL and metacognitive strategies in STEM problem solving tasks. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST), 13*(6), 1491-1508.

Palumbo, D. B. (1990). Programming language/problem-solving research: A review of relevant issues. *Review of educational research*, *60*(1), 65-89.

Poggioli, L. (1998). *Estrategias metacognoscitivas*. Fundación Polar.

Purzer, Ş., Goldstein, M. H., Adams, R. S., Xie, C., & Nourian, S. (2015). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. *International Journal of STEM Education*, *2*(1), Article 9. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0019-7

Reeve, R. A., & Brown, A. L. (1985). Metacognition reconsidered: Implications for intervention research. *Journal of Abnormal Child Psychology, 13*(3), 343–356. https://doi.org/10.1007/BF00912721

Rodriguez, S. (2022). *Attention: How digital technologies influence what we notice, what we focus on, and how we learn*. Institute for Security and Technology.

Rosário, P., Pereira, A. S., Högemann, J., Nunez, A. R., Figueiredo, M., Núñez, J. C., Fuentes, S., & Gaeta, M. L. (2013). Autorregulación del aprendizaje: una revisión sistemática en revistas de la base Scielo. *Universitas Psychologica, 13*(2), 781–798.

Santiago, L., Kestering, D. A., Pirkey, A. C., & Follmer, D. J. (2024). *Board 333: Metacognitive intervention to improve problem-solving skills in first-year engineering students* (Paper ID #42958). En *2024 ASEE Annual Conference & Exposition*

Menéndez Santurio, J. I. (2025). Efectos de una intervención de aprendizaje autorregulado en Educación Primaria sobre la responsabilidad, la motivación y la autorregulación. *Revista Fuentes*, *27*(1), 1–14. https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2025.25958

Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge, Taylor & Francis Group.

Shabir, U. (2023). Improving Conceptual Understanding of Physics among Secondary School Students. *Innovative Research Journal of Education*, *1*(2), 1-10.

Singh, C., Maries, A., Heller, K., & Heller, P. (2023). *Instructional strategies that foster effective problem-solving*. En *The International Handbook of Physics Education Research: Learning Physics*. American Association of Physics Teachers.

Skouge, J.R., & Rao, K. (2009). Narración digital en la formación docente: Creando transformaciones a través de la narrativa. *Educational Perspectives*, *42*(1-2), 54-60.

Solaz Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: Consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, 1*(1), 147–162.

Son, L. K., & Metcalfe, J. (2000). Metacognitive and control strategies in study-time allocation. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition, 26*(1), 204-221.

Stanton, J. D., Sebesta, A. J., & Dunlosky, J. (2021). Fostering metacognition to support student learning and performance. *CBE—Life Sciences Education*, *20*(2), fe3.

Suryaningsih, T. (2019). Evaluasi Kemampuan Dasar Pemecahan Masalah Siswa Berdasar Heuristik Krulik-Rudnick Materi Geometri. JRPD (Jurnal Riset Pendidikan Dasar), 2(1), 9–13. https://doi.org/10.26618/jrpd.v2i1.1703

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*(3), 251–296.

Taqwa, M. R. A., Sulman, F., y Faizah, R. (2022). College Students' Conceptual Understanding of Force and Motion: Research Focus on Resource Theory. *Journal of Physics: Conference Series*, *2309*(1), 012073. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2309/1/012073

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos.* Alianza

Treagust, D. F., Duit, R., y Fischer, H. E. (Eds.). (2017). *Multiple representations in physics education*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5

Valenzuela, M. (2019). ¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Revisión del concepto, sus componentes y términos afines. *Educação e Pesquisa*, *45*, e187571. https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945187571

Weiner, B. (1992). *Human, motivation, metaphors, theories and research*. SAGE.

Wells, J., Henderson, R., Traxler, A., Miller, P., & Stewart, J. (2020). Exploring the structure of misconceptions in the Force and Motion Conceptual Evaluation with modified module analysis. *Physical Review Physics Education Research*, *16*(1), 010121.

Yerdelen Damar, S. (2013). The effect of the instruction based on the epistemologically and metacognitively improved 7E learning cycle on tenth grade students' achievement and epistemological understandings in physics. https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12615646/index.pdf

Yuberti, Kartika, I., Viyanti, V., Wulandari, H., & Anillah. (2020). Identification of students' metacognitive levels in physics learning viewed from the problem-solving ability. *Journal of Physics: Conference Series, 1467*(1), 012041.

Zhang, C., Wang, P., Zeng, X., & Wang, X. (2025). A case study on developing students' problem-solving skills through interdisciplinary thematic learning. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1447089.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, *41*(2), 64-70.

Zimmerman, B. J. (1989). Una perspectiva sociocognitiva del aprendizaje académico autorregulado. *Journal of Educational Psychology, 81* (3), 329–339. https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.329

# 7. Anexos

## 7.1. Anexo 1. Cuestionario modificado del MAIT original.

# CUESTIONARIO INICIAL

NOMBRE: _____

**INSTRUCCIONES:**

Valora del 1 al 5 según tu grado de acuerdo: **1** = Totalmente en desacuerdo / **2** = En desacuerdo/ **3** = Ni desacuerdo ni en desacuerdo/ **4** = De acuerdo/ **5** = Totalmente de acuerdo.

| CUESTIONES: | ESCALA: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Soy consciente de mis fortalezas y debilidades en mi aprendizaje. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sé que habilidades son las más importantes para ser un buen estudiante. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Tengo control sobre qué tan bien aprendo. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sé que es lo que se espera que aprenda. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Intento usar técnicas de aprendizaje que me han funcionado en el pasado. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Tengo una razón específica para elegir cada técnica que utilizo. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Soy consciente de qué técnicas de aprendizaje utilizo mientras estudio. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Utilizo automáticamente las técnicas de aprendizaje que me resultan útiles. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Uso mis fortalezas para compensar mis debilidades al aprender. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Puedo motivarme a estudiar cuando realmente necesito hacerlo. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Utilizo diferentes técnicas de aprendizaje dependiendo de la situación. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sé cuándo será más efectiva cada técnica que utilizo. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me marco un ritmo mientras aprendo para tener tiempo suficiente. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Establezco mis metas de aprendizaje específicas antes de emepezar. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me hago preguntas sobre los materiales de estudio que voy a usar. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Organizo mi tiempo para cumplir mejor mis metas de aprendizaje. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me pregunto periódicamente si estoy cumpliendo mis metas mientras estudio. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me hago preguntas sobre cómo lo estoy haciendo mientras realizo una tarea | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me pregunto qué tan bien he cumplido mis metas una vez que he terminado. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me pregunto si podría haber usado técnicas diferentes después de cada experiencia de aprendizaje. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Evalúo qué tan útiles son mis técnicas mientras las estoy aplicando | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Compruebo regularmente hasta qué punto comprendo el tema mientas estudio. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Después de aprender algo, me pregunto si lo haría de forma más efectiva la próxima vez. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Me pregunto si he considerado todas las técnicas posibles tras finalizar una tarea. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

**"¿Crees que tienes un método específico para resolver problemas de dinámica? Descríbelo brevemente"**

## 7.2. Anexo 2. Autoevaluación sobre el uso de estrategias metacognitivas.

# AUTOEVALUACIÓN

**Nombre:**_____

### Cómo planifico:

**1.Cuando te enfrentas a un problema nuevo de Física ¿qué haces antes de empezar a calcular? Describe tus primeros pasos (cómo lees el enunciado, qué datos buscas, cómo decides por donde empezar)**

_____

_____

_____

### Cómo me superviso

**2.Mientras resuelves un problema, ¿cómo compruebas que vas por buen camino? ¿En qué te fijas para darte cuenta de que algo no encaja?**

_____

_____

_____

### Cómo me evalúo

**3.Cuando terminas un problema, ¿revisas el resultado y el proceso? ¿Cómo decides si tu respuesta tiene sentido?**

_____

_____

_____

### Mis fortalezas y debilidades

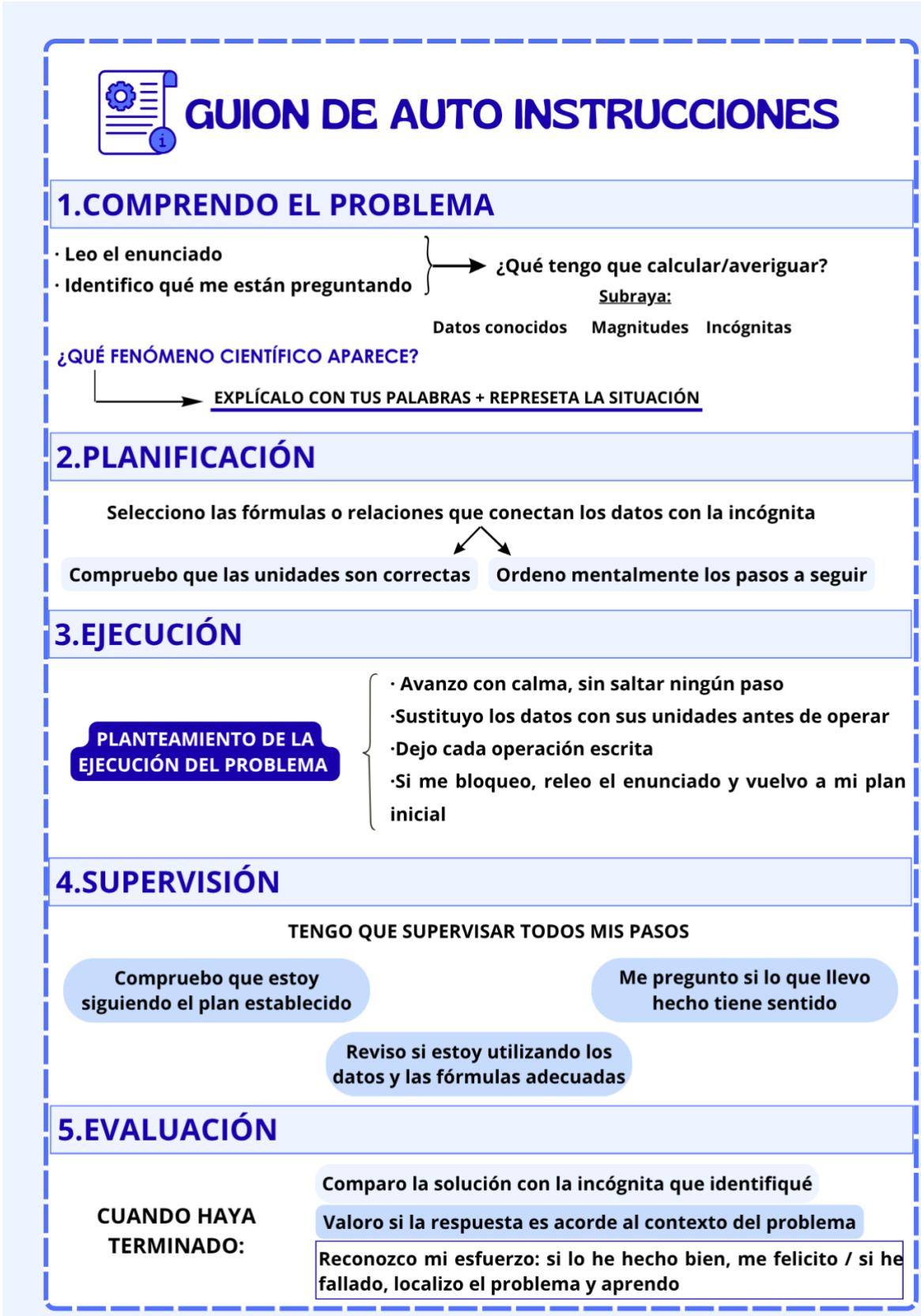
**4.De todo el proceso (entender el enunciado, planificar, calcular, comprobar) ¿Cuál crees que es tu punto fuerte? ¿Cuál te cuesta más y por qué?**

_____

_____

_____

## 7.3. Anexo 3. Guion de auto instrucciones.



## 7.4. Anexo 4. Ficha modelamiento metacognitivo.



# MODELAMIENTO METACOGNITIVO

**Resuelve el siguiente problema justificando cada paso.**
**Se trata de explicar y defender cada decisión**

**Sobre un bloque de 5 kg apoyado en una superficie horizontal sin rozamiento se aplica una fuerza horizontal constante de 20N. Determina la aceleración que adquiere el bloque**

| PASO | LO QUE HAGO | JUSTIFICACIÓN |
|---|---|---|
| **Identifico datos e incógnitas** | | Elijo estos datos porque... |
| **Selecciono el principio físico** | | Aplico esta ley porque... |
| **Planteo ecuaciones** | | Planteo así el problema porque... |
| **Opero y obtengo el resultado** | | Realizo estas operaciones porque... |
| **Compruebo la solución** | | El resultado es coherente porque... |

## 7.5. Anexo 5. Ficha auto interrogación metacognitiva.

# AUTO INTERROGACIÓN METACOGNITIVA

**¿QUÉ ME PIDE EL PROBLEMA?**

**¿A QUÉ OTRO PROBLEMA SE PARECE?**

**¿QUÉ CONCEPTO TENGO QUE APLICAR Y POR QUÉ?**

**¿QUÉ PASOS VOY A SEGUIR Y EN QUÉ ORDEN?**

**¿TENGO TODOS LOS DATOS QUE ENCESITO? ¿CUÁL FALTA?**

**¿QUÉ DIFICULTAD CREO QUE VOY A TENER? ¿CÓMO LA VOY A SUPERAR?**

## 7.6. Anexo 6. Lista de cotejo sobre la segunda y tercera actividad.

### LISTA DE COTEJO SEGUNDA ACTIVIDAD

| Indicador | Sí | No | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Identifica correctamente los datos y la incógnita. | | | |
| Selecciona el principio físico adecuado para el problema. | | | |
| Justifica por qué aplica esa ley y no otra, más allá de describir el paso. | | | |
| Plantea las ecuaciones de forma correcta y coherente. | | | |
| Las justificaciones reflejan comprensión conceptual, no solo el procedimiento. | | | |
| Comprueba la coherencia del resultado y argumenta por qué lo considera válido. | | | |
| Reconoce el concepto físico empleado en la resolución. | | | |
| Conecta el problema con una situación real pertinente. | | | |
| Identifica la decisión más relevante para resolverlo correctamente. | | | |

### LISTA DE COTEJO TERCERA ACTIVIDAD

| Indicador | Sí | No | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Reconoce el tipo de problema antes de empezar a resolver. | | | |
| Relaciona el problema con otros que ya ha resuelto. | | | |
| Anticipa la ley o el concepto que deberá aplicar y lo razona. | | | |
| Secuencia los pasos en un orden lógico antes de operar. | | | |
| Verifica que dispone de todos los datos necesarios. | | | |
| Anticipa una posible dificultad y plantea cómo afrontarla. | | | |
| Resuelve el problema siguiendo el plan que había trazado (coherencia plan-ejecución). | | | |

## 7.7. Anexo 7. Guía de planificación.

# GUÍA DE PLANIFICACIÓN

## 1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

| ¿QUÉ PIDE EXACTAMENTE EL PROBLEMA? | ¿QUÉ PRINCIPIO FÍSICO ESTÁ IMPLICADO? | ¿ENTENDEMOS BIEN EL CONTEXTO DEL ENUNCIADO? |
|---|---|---|
| | | |

## 2 EVALUACIÓN DE RECURSOS

| DATOS QUE SÍ TENGO | DATOS QUE NO TENGO | CONOCIMIENTOS PREVIOS | LO QUE NO DOMINO |
|---|---|---|---|
| | | | |

## 3 SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS

HAY QUE PLANTEAR

- ¿CUÁLES SON LOS PASOS QUE SEGUIRÍAMOS? _____
- ¿CUÁL ES EL OBJETIVO QUE QUEREMOS ALCANZAR? _____
- ¿QUÉ RECURSOS NECESITAMOS PARA CADA PASO? _____
- SI HEMOS RESUELTO ALGO PARECIDO, ¿CÓMO LO PODEMOS HACER MEJOR? _____

## 4 TEMPORALIZACIÓN

| TEIMPO ESTIMADO PARA EL PLANTEAMIENTO | TEIMPO ESTIMADO PARA EL CÁLCULO |
|---|---|
| | |

## 5 GESTIÓN DE LA MOTIVACIÓN

DEL 1 AL 5 ¿CÓMO VALORAMOS NUESTRA CAPACIDAD PARA ORGANIZAR ESTE PROBLEMA?

_____

DESGLOSAMOS EL PROBLEMA EN METAS PEQUEÑAS Y ALCANZABLES:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

## 7.8. Anexo 8. Lista de cotejo tercera sesión.

# LISTA DE COTEJO SESIÓN 3.

| Indicador de desempeño | Sí | No | Observaciones |
|---|---|---|---|
| **Participa activamente en la identificación de qué pide el problema.** | | | |
| **Reconoce la teoría o el principio físico implicado en el enunciado.** | | | |
| **Distingue los datos que tiene de los que faltan.** | | | |
| **Identifica conocimientos previos útiles y reconoce sus propias lagunas.** | | | |
| **Aporta pasos ordenados para abordar el problema (microestrategias).** | | | |
| **Contribuye a definir el objetivo y los recursos necesarios.** | | | |
| **Participa en establecer una temporalización realista.** | | | |
| **Desglosa el problema en metas pequeñas y alcanzables.** | | | |
| **Mantiene la actividad en la fase de planificación, sin adelantarse a resolver.** | | | |
| **Aporta sugerencias de mejora en la revisión final del plan.** | | | |
| **Registra el proceso de planificación en su guía.** | | | |

## 7.9. Anexo 9. Guía de resolución completa.

# GUÍA DE EJECUCIÓN

**Se arrastra una caja de 20 kg sobre un suelo horizontal aplicando una fuerza horizontal constante de 80N. El coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo es de 0.3. Determina la aceleración de la caja.**

### 1.REPRESENTO LA SITUACIÓN

| DATOS QUE SÍ TENGO | FUERZAS QUE ACTÚAN |
|---|---|
| m =20 kg  F = 80N<br>μ = 0,3  g = 9,8 m/s²<br>**Incógnita = a** | · Peso (P)<br>· Normal (N)<br>· Fuerza aplicada (F)<br>· Rozamiento (Fr ) |

**ME SUPERVISO:**

· ¿HE IDENFICIADO TODAS LAS FUERZAS QUE ACTÚAN?
· ¿ENTIENDO LO QUE REPRESENTA CADA FUERZA?

### 2.PLANTEO ECUACIONES DE NEWTON EN CADA EJE

**EJE Y**

· N - P = 0
· N = m · g

**EJE X**

· F - Fr = m · a

**ME SUPERVISO:**

·¿ESTOY APLICANDO LA LEY CORRECTA EN CADA EJE?
· ¿VOY SIGUIENDO EL PLAN QUE ACORDAMOS?

### 3.CALCULO LA FUERZA DE ROZAMIENTO

$N = 20 \cdot 9{,}8 = 196\ N$

$F_r = \mu \cdot N \rightarrow Fr = 0{,}3 \cdot 196 = \underline{58{,}8\ N}$

**ME SUPERVISO:**

·¿ESTOY USANDO LA NORMAL CORRECTA?
·¿EL VALOR DE LA FUERZA DE ROZAMIENTO TIENE SENTIDO?

### 4.DESPEJO, CALCULO LA ACEREACIÓN Y COMPRUEBO

$F - Fr = m \cdot a$

$80 - 58{,}8 = 20 \cdot a$

$a = \underline{1,\ 06\ m/s^2}$

**ME SUPERVISO:**

·¿EL RESULTADO RESPONDE A LO QUE ME PEDÍAN?
·¿LA UNIDAD Y EL ORDEN DE MAGNITUD SON RAZONABLES?

**PARA TERMINAR...**

¿SE CUMPLIERON LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LA PLANIFICACIÓN?  ¿EN QUÉ PASO TUVISTE LA MAYOR DIFICULTAD?
¿HUBO QUE CAMBIAR EL ENFOQUE EN ALGÚN MOMENTO?

## 7.10. Anexo 10. Ticket de salida cuarta sesión.

# TICKET DE SALIDA

**El paso en el que he tenido más dificultad ha sido...**
**(rodea uno y explica por qué)**

PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 4

¿POR QUÉ? _____

_____

---

**¿Tuve que cambiar el enfoque en algún momento?**

**NO** **SI** → **¿POR QUÉ?**

_____

_____

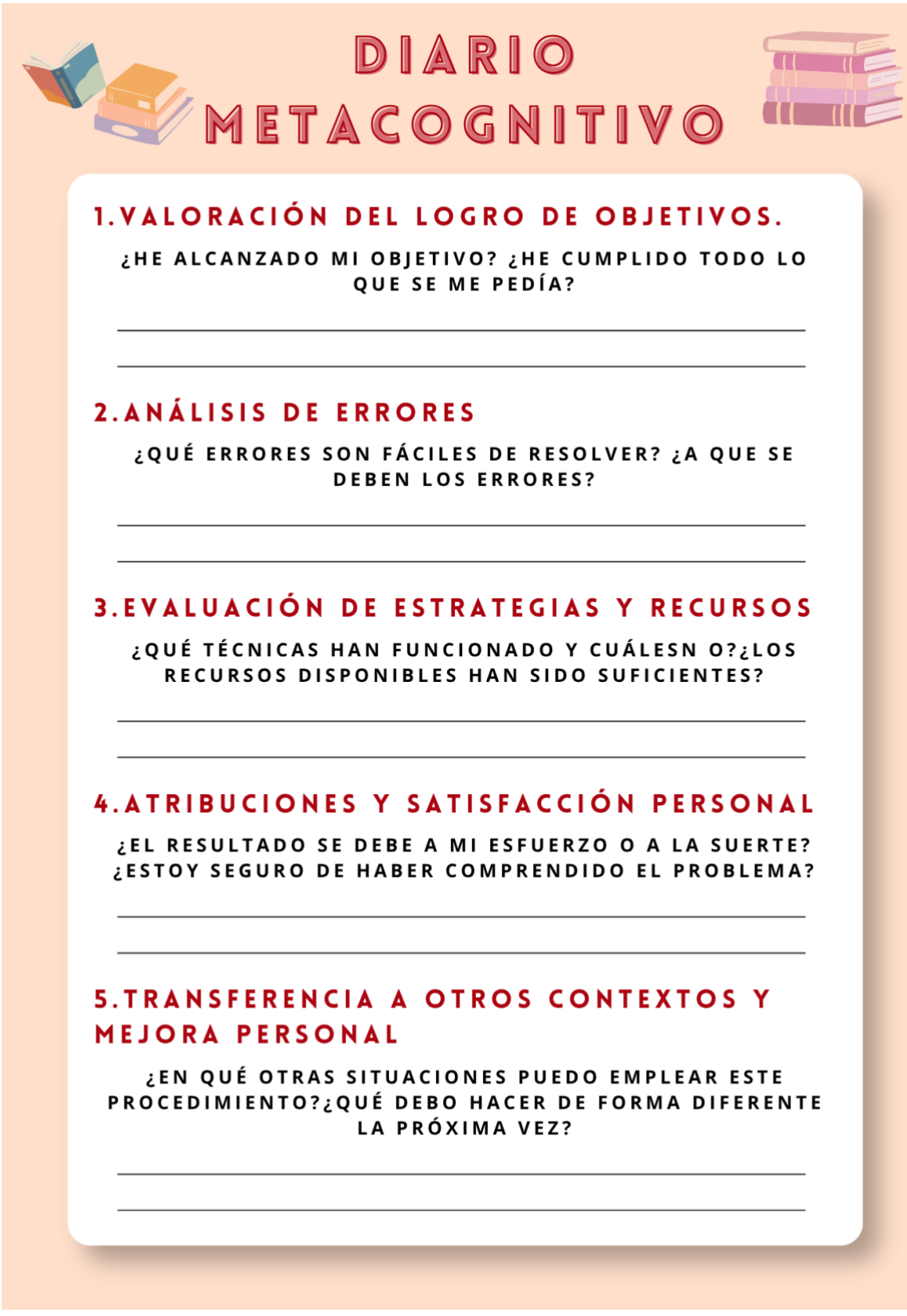
---

**¿Qué he aprendido sobre supervisar mi propio proceso?**

_____

_____

## 7.11.Anexo 11. Diario metacognitivo.



## 7.12. Anexo 12. Rutina 3-2-1 puente.



## 7.13. Anexo 13. Rúbrica sobre diario metacognitivo.

| Criterio (peso) | Excelente (5) | Logrado (4) | En proceso (3) | Inicial (2) | Insuficiente (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| **1. Valoración del logro de objetivos** **Peso: 15 %** | Valora de forma precisa, distingue proceso y resultado y lo fundamenta con evidencias. | Valora con claridad si alcanzó el objetivo y cumplió lo que se pedía. | Valora el logro y empieza a distinguir el proceso del resultado. | Indica si alcanzó el objetivo, pero sin justificarlo. | No valora el logro o lo confunde con tener la respuesta correcta. |
| **2. Análisis de errores** **Peso: 20 %** | Analiza el origen de los errores (conceptual, de cálculo, de planteamiento) y plantea cómo evitarlos. | Identifica errores, distingue los fáciles de los difíciles y explica a qué se deben. | Identifica errores y apunta una causa general. | Identifica algún error, pero no analiza su causa. | No identifica errores o se limita a decir que «está mal». |
| **3. Evaluación de estrategias y recursos** **Peso: 20 %** | Evalúa críticamente las técnicas, justifica por qué funcionaron y propone alternativas. | Evalúa la eficacia de las técnicas y la suficiencia de los recursos con argumentos. | Distingue qué técnicas funcionaron y cuáles no. | Menciona las técnicas usadas, pero no las valora. | No menciona las técnicas o recursos utilizados. |
| **4. Atribuciones y satisfacción personal** **Peso: 15 %** | Realiza atribuciones ajustadas y reflexiona con honestidad sobre su seguridad y comprensión. | Atribuye el resultado a su esfuerzo y estrategias y valora su comprensión. | Reconoce su esfuerzo, aunque de forma poco precisa. | Atribuye el resultado a factores externos, sin matizar. | No reflexiona sobre las causas del resultado o lo atribuye al azar. |
| **5. Transferencia a otros contextos y mejora personal** **Peso: 30 %** | Transfiere el procedimiento a contextos variados y plantea un plan de mejora personal fundamentado. | Identifica contextos de transferencia y propone mejoras concretas. | Indica alguna aplicación a otro contexto o alguna mejora. | Menciona vagamente que el procedimiento podría servir en otros casos. | No plantea aplicaciones a otros contextos ni propuestas de mejora. |

## 7.14. Anexo 14. Registro del proceso.

# HOJA DE REGISTRO

## 1 PLANIFICACIÓN

| DATOS QUE SÍ TENGO | DATOS QUE NO TENGO |
|---|---|
| | |

¿Cuál es nuestro objetivo?

¿Qué nos pide exactamente el problema?

¿Por dónde conviene empezar?

**ESCRIBID EL PLAN DE RESOLUCIÓN QUE VAIS A SEGUIR + DIBUJAR DIAGRAMA DE FUERZAS**

## 2 EJECUCIÓN Y MONITOREO

CAMBIO DE ROLES

**PRIMERA MITAD DE LA RESOLUCIÓN:** → **SEGUNDA MITAD DE LA RESOLUCIÓN:**

¿Funciona lo que estamos haciendo?

¿Necesitamos ajustar el plan o revisar algún paso?

## 3 EVALUACIÓN Y AUTORREFLEXIÓN

### REFLEXIÓN INDIVIDUAL

¿Cómo he contribuido a la resolución?
¿Qué me ha costado más?

| ESTUDIANTE 1 | ESTUDIANTE 2 |
|---|---|
| | |

### REFLEXIÓN COMPARTIDA

¿Qué hemos aprendido sobre la forma de resolver el problema?

¿Qué estrategia ha sido más útil y qué trabajaríamos diferente la próxima vez?

## 7.15. Anexo 15. Coevaluación sexta sesión.

# COEVALUACIÓN

Tendrás que contestar las siguientes preguntas sobre el trabajo realizado de tu compañero:

**Pregunta 1**

¿Qué es lo mejor que ha hecho tu compañero durante la actividad?

**Pregunta 2**

¿Cómo te ha ayudado a planificar, avanzar o entender el problema?

**Pregunta 3**

¿Qué le sugerirías para mejorar la próxima vez que trabajéis juntos?

Marca con una X la casilla que mejor describa el desempeño de tu compañero en cada criterio:

| Criterio | Excelente (4) | Bien (3) | En proceso (2) | Necesita mejorar (1) |
|---|---|---|---|---|
| **Participación y compromiso** | Se implica de principio a fin | Participa de forma constante durante casi toda la actividad. | Participa solo en algunos momentos | Apenas participa o deja el trabajo en manos del otro. |
| **Comunicación del razonamiento** | Piensa en voz alta con claridad al resolver y registra con fidelidad. | Explica y registra el razonamiento de forma comprensible | Le cuesta verbalizar o registrar el razonamiento | No explica lo que hace ni registra lo que escucha del compañero. |
| **Escucha y trabajo en equipo** | Escucha y respeta los turnos | Colabora bien y respeta casi siempre los turnos. | A veces interrumpe o le cuesta ceder o asumir el rol que le toca. | No escucha o impone sus ideas sin tener en cuenta al compañero. |
| **Aportación a la reflexión metacognitiva** | Ayuda a planificar, comprueba si el plan funciona y aporta conclusiones | Participa en la planificación y en la revisión del proceso. | Aporta poco a la planificación o a la revisión del proceso. | No participa en planificar ni en reflexionar sobre el proceso. |

## 7.16. Anexo 16. Rúbrica sobre hoja de registro.

| Criterio (peso) | Excelente (5) | Logrado (4) | En proceso (3) | Inicial (2) | Insuficiente (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Planificación metacognitiva**<br>**Peso: 25 %.** | Registra de forma completa y organizada los datos conocidos y los necesarios; formula auto preguntas pertinentes que orientan con precisión el objetivo; el plan es estructurado y el diagrama de fuerzas resulta correcto y completo | Registra los datos conocidos y necesarios con algún detalle menor por concretar; formula auto preguntas adecuadas; el plan es coherente y el diagrama de fuerzas correcto, con alguna imprecisión leve. | Identifica los datos principales de forma incompleta; plantea alguna auto pregunta general; esboza un plan y un diagrama de fuerzas con errores que no impiden continuar. | Anota los datos de manera desordenada o incompleta; apenas formula auto preguntas; el plan o el diagrama de fuerzas presentan errores relevantes. | No registra los datos ni formula auto preguntas; no elabora el plan ni el diagrama de fuerzas, o estos resultan incorrectos. |
| **Ejecución y monitoreo**<br>**Peso: 25 %** | Desarrolla la resolución siguiendo el plan y verbalizando el razonamiento con claridad; el registro es fiel y detallado; el monitoreo es completo. | Sigue el plan verbalizando el razonamiento; el registro es adecuado; se intercambian los roles; se monitorea el proceso con auto preguntas y se realizan ajustes puntuales. | Avanza con verbalización parcial; el registro recoge lo esencial; el intercambio de roles se produce de forma irregular y el monitoreo es escaso. | La verbalización y el registro son pobres; apenas se intercambian los roles; no se monitorea el proceso de forma efectiva. | No se sigue el plan ni se verbaliza o registra el razonamiento; no hay intercambio de roles ni monitoreo. |
| **Evaluación y autorreflexión**<br>**Peso: 25 %** | Cada integrante reflexiona con profundidad sobre el proceso seguido; se elaboran conclusiones compartidas bien fundamentadas; las respuestas evidencian conciencia sobre la propia forma de resolver problemas. | La reflexión individual es adecuada y las conclusiones compartidas resultan coherentes; las respuestas muestran cierta conciencia metacognitiva. | La reflexión y las conclusiones son de carácter general o superficial; las respuestas aluden más al resultado que al proceso. | La reflexión es escasa, las conclusiones poco claras y las respuestas incompletas. | No se reflexiona sobre el proceso ni se elaboran conclusiones compartidas. |
| **Trabajo colaborativo y coordinación de roles**<br>**Peso: 25 %** | La pareja colabora de forma equilibrada y respetuosa; los roles se asumen y se complementan eficazmente; la interacción favorece la construcción conjunta de la solución. | La colaboración es adecuada, con participación mayoritariamente equilibrada y un buen reparto de los roles. | Colaboran, aunque la participación es desigual o el reparto de roles no siempre se respeta. | La colaboración es limitada y predomina el trabajo de uno de los integrantes. | No hay un trabajo colaborativo real ni se respetan los roles. |

## 7.17. Anexo 17. Guía individual.



# Guía metacognitiva

**RESUELVE: DOS MASAS, $M_1$ = 3 KG Y $M_2$ = 2 KG, CUELGAN DE LOS EXTREMOS DE UNA CUERDA QUE PASA POR UNA POLEA IDEAL (MÁQUINA DE ATWOOD). CALCULA LA ACELERACIÓN DEL SISTEMA Y LA TENSIÓN DE LA CUERDA (G = 9,8 /$S^2$).**

## PLANIFICO

¿Qué datos me da el problema?
¿Qué me pide calcular exactamente?
¿Qué dificultad principal tiene este problema?
¿Qué sé ya que puede ayudarme a resolverlo?

| VEO (QUÉ OBSERVO EN LA SITUACIÓN) | PIENSO (QUÉ INTERPRETO A PARTIR DE ELLO | ME PREGUNTO (DUDAS QUE ME SURGEN) |
|---|---|---|
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |

## RESUELVO

## EJECUTO Y SUPERVISO

**CUANDO ME ATASCO:**

- ME DETENGO: ¿QUÉ ES EXACTAMENTE LO QUE ME HA BOLOQUADO?
- BUSCO PISTAS: RELEO MI DIAGRAMA, RECUPERO UN DATO
- COMPRUEBO: ¿FUNCIONA LO QUE ESTOY HACIENDO?

## EVALÚO Y REFLEXIONO

**ESCALERA DE LA METACOGNICIÓN**

- ¿QUÉ HE APRENDIDO?
- ¿QUÉ PASOS HE SEGUIDO?
- ¿PARA QUÉ ME HA SERVIDO?

**ANÁLISIS Y REPARACIÓN DE ERRORES**

- ¿MIS ERRORES SE DEBÍAN A LA FALTA DE CONOCIMIENTO O A UNA ESTRATEGIA POCO ADECUADA?
- ¿QUÉ HARE DIFERENTE LA PRÓXIMA VEZ?

**APLICO LO APRENDIDO A OTROS CONTEXTOS**

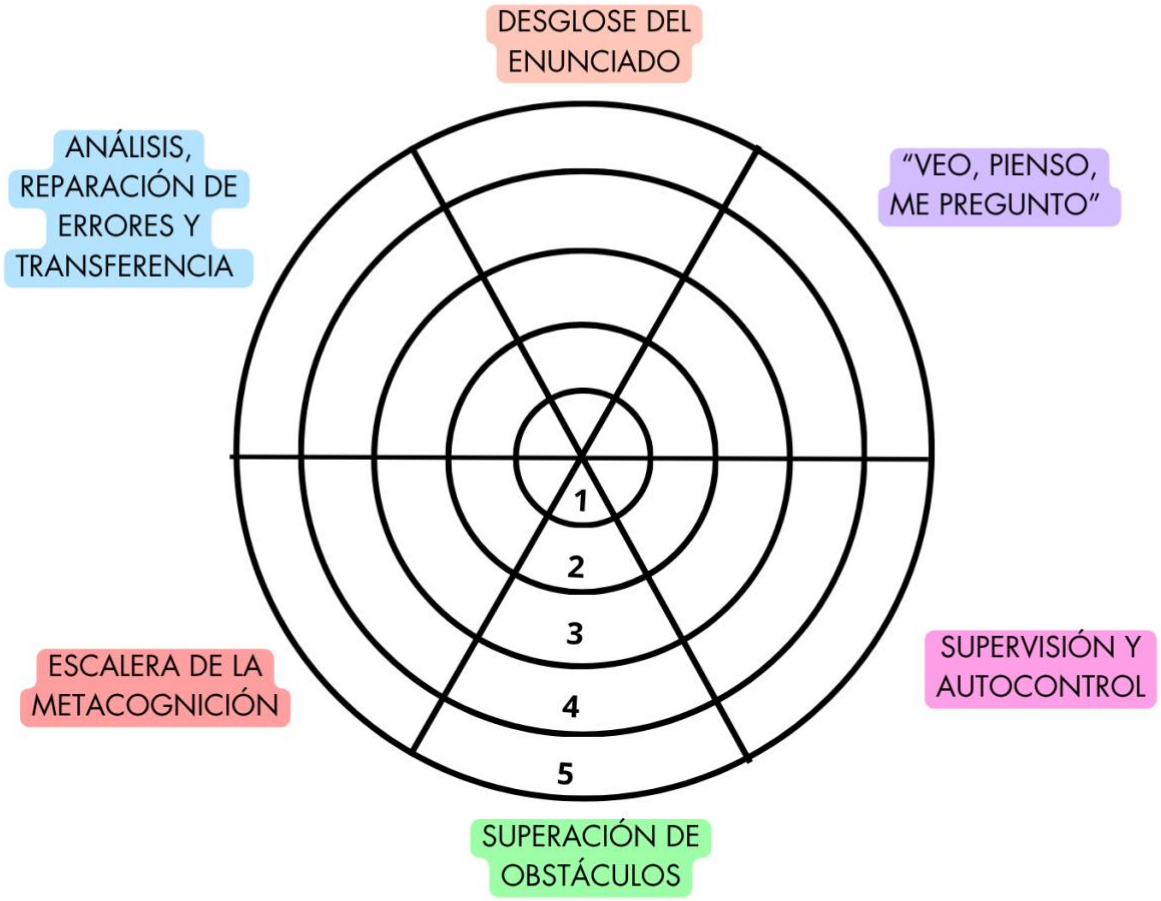
- ¿EN QUÉ OTRAS SITUACIONS PUEDO UTILIZAR ESTE MISMO PROCESO DE RESOLUCIÓN?

## 7.18. Anexo 18. Rúbrica guía metacognitiva.

| Criterio (estrategia de la guía) | Excelente (5) | Logrado (4) | En proceso (3) | Inicial (2) | Insuficiente (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Desglose del enunciado: datos y objetivo (Fase 1)** **Peso: 15%** | Distingue datos, objetivo e información irrelevante con total claridad. | Identifica datos y objetivo con precisión y orden. | Identifica los datos y lo que se pide. | Enumera algunos datos, pero no precisa qué se pide. | Copia el enunciado sin separar datos ni objetivo. |
| **Activación de ideas previas: «Veo, Pienso, Me Pregunto» (Fase 1)** **Peso: 15%** | Usa la rutina para orientar con claridad el enfoque inicial del problema. | Articula observación, interpretación y preguntas con coherencia. | Distingue lo que ve de lo que piensa y formula una pregunta. | Completa algún apartado sin distinguir observar de interpretar. | Deja la rutina en blanco o sin sentido. |
| **Supervisión y autocontrol del proceso (Fase 2)** **Peso: 15%** | Supervisa de forma continua y ajusta el enfoque cuando lo necesita. | Supervisa con regularidad si entiende y si la estrategia funciona. | Supervisa su avance en algunos momentos. | Revisa el resultado solo al final. | No deja constancia de control sobre lo que hace. |
| **Superación de obstáculos (Fase 2)** **Peso: 15%** | Supera el bloqueo de forma autónoma y explica cómo lo resolvió. | Aplica los pasos de la rueda y comprueba si funciona. | Se detiene y busca alguna pista. | Se detiene, pero no busca pistas. | Ante el bloqueo, abandona o sigue sin estrategia. |
| **Reflexión sobre el aprendizaje: escalera de la metacognición (Fase 3)** **Peso: 15%** | Reflexiona en profundidad y conecta proceso, aprendizaje y utilidad. | Reflexiona sobre el proceso y su utilidad de forma fundamentada. | Recorre los peldaños indicando qué aprendió y qué pasos siguió. | Responde alguna pregunta de forma superficial. | No reflexiona, solo constata el resultado. |
| **Análisis, reparación de errores y transferencia (Fase 3) Peso: 25%** | Analiza la causa y formula un plan concreto y viable; propone contextos concretos justificados. | Distingue el tipo de error y representa cómo arreglarlo; propone algunos contextos sin justificar. | Identifica la causa del error; propone un contexto sin justificar. | Reconoce que hubo errores sin precisar su causa; menciona la transferencia de forma genérica. | No identifica errores ni los analiza; no transfiere lo aprendido. |

## 7.19. Anexo 19. Diana metacognitiva.

# DIANA METACOGNITIVA- AUTOEVALUACIÓN




- DESGLOSE DEL ENUNCIADO: distingo datos, el objetivo y la información irrelevante del problema.
- "VEO, PIENSO ME PREGUNTO": activo mis ideas previas y oriento el desarrollo separando lo que observo de lo que interpreto.
- SUPERVISIÓN Y AUTOCONTROL: controlo mi proceso y ajusto la estrategia cuando lo necesito.
- SUPERACIÓN DE OBSTÁCULOS: ante un bloqueo, aplico los pasos correctos en lugar de abandonar.
- ESCALERA DE LA METACOGNICIÓN: reflexiono sobre lo que he aprendido, cómo lo he hecho y para qué me sirve.
- ANÁLISIS, REPARACIÓN DE ERRORES Y TRANSFERENCIA: identifico la causa de mis errores, planteo cómo conseguirlos y aplico lo aprendido a otros contextos.

---

**VALORA TU DESEMPEÑO EN CADA APARTADO DE LA DIANA CON EL VALOR QUE TU CREAS:**

**5- EXCELENTE** **4- LOGRADO** **3- EN PROCESO** **2- INICIAL** **1- INSUFICIENTE**

## 7.20. Anexo 20. Autoevaluación "cómo lo hacía, cómo lo hago y cómo lo haré".

# AUTOEVALUACIÓN FINAL

### "CÓMO LO HACÍA"

PRIMERA SESIÓN | SEGUNDA SESIÓN | TERCERA SESIÓN | CUARTA SESIÓN | QUINTA SESIÓN | SEXTA SESIÓN

¿QUÉ ESTRATEGIA ME AYUDÓ A COMPRENDERLO?

¿QUÉ FUE LO MÁS DIFÍCIL?

¿CÓMO CAMBIÓ MI MANERA DE AFRONTARLO?

### "CÓMO LO HAGO"

**MARCA DOS PUNTOS EN CADA EJE DE DIFERENTE COLOR :**

CÓMO ME VALORABA AL EMPEZAR LA INTERVENCIÓN

CÓMO ME VALORO AHORA

1 = TODAVÍA ME CUESTA MUCHO
5= LO HAGO CON SEGURIDAD




### "CÓMO LO HARÉ"

**Redacta una breve carta, dirigida a un alumno que acaba de empezar a resolver problemas de dinámica**

- Recomiéndale las estrategias que más te han ayudado.
- Advierte de los errores más típicos
- Explícale cómo afrontar esos errores
- Dale un consejo al final para que pueda planificar, supervisar y revisar su aprendizaje.

## 7.21. Anexo 21. Rúbrica sobre la autoevaluación final.

| Criterio (peso) | Excelente (5) | Logrado (4) | En proceso (3) | Inicial (2) | Insuficiente (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Línea del tiempo)** **Peso: 20 %** | Identifica con precisión la dificultad, la estrategia que la resolvió y cómo evolucionó su forma de afrontarlos. | Identifica para cada problema la dificultad, la estrategia y el cambio en su forma de trabajar de forma escueta. | Indica la dificultad y la estrategia, pero el cambio en su forma de afrontar el problema queda poco desarrollado. | Completa solo algunos apartados de la línea del tiempo, de forma incompleta o superficial. | No reconstruye la trayectoria ni reconoce dificultades, estrategias o cambios. |
| **Autovaloración con la diana** **Peso: 20 %** | Marca los dos momentos en todos los ejes, distingue con claridad el punto de partida del actual y su valoración resulta coherente y realista con lo trabajado. | Marca los dos momentos en todos los ejes y refleja su progreso de forma coherente. | Marca los dos momentos en la mayoría de los ejes, aunque la valoración resulta poco precisa. | Marca un solo momento o deja ejes sin valorar. | No completa la diana o la rellena sin sentido. |
| **Carta de proyección y transferencia** **Peso: 25 %** | Recomienda estrategias concretas, anticipa los errores típicos y cómo afrontarlos y ofrece un consejo fundamentado para regular el propio proceso. | Recomienda estrategias y errores típicos y da un consejo de autorregulación adecuado. | Recomienda alguna estrategia o error, pero el consejo de autorregulación resulta genérico. | Redacta la carta de forma muy breve o sin recomendaciones concretas. | No redacta la carta o no aporta recomendaciones útiles. |
| **Profundidad y honestidad de la reflexión metacognitiva** **Peso: 20 %** | Reflexiona en profundidad, conecta proceso, aprendizaje y utilidad, y muestra una autopercepción honesta y fundamentada. | Reflexiona sobre su proceso de aprendizaje de forma fundamentada y honesta. | Reflexiona sobre el proceso, aunque de forma poco profunda. | Responde de forma superficial, centrándose en el resultado más que en el proceso. | No reflexiona sobre su proceso de aprendizaje. |
| **Participación en la puesta en común** **Peso: 15 %** | Comparte fragmentos relevantes y contribuye activamente a construir la lista común de claves. | Comparte sus reflexiones y participa en la elaboración de la lista común. | Participa cuando se le solicita, con aportaciones puntuales. | Participa de forma escasa o pasiva. | No participa en la puesta en común. |

## 7.22.Anexo 22. Ticket de salida octava sesión.

# TICKET DE SALIDA

**Responde las siguientes cuestiones:**

1. El mayor cambio en mi forma de resolver problemas de dinámica ha sido...

_____

_____

2. El paso de la resolución en el que más he morado es... y el que aún tengo que mejorar...

_____

_____

3. Lo primero que haré ante un problema nuevo de dinámica será...

_____

_____

**ME SIENTO CAPAZ DE RESOLVER UN PROBLEMA DE DINÁMICA NUEVO POR MI CUENTA:**

**1 2 3 4 5**

1: TOTALMENTE EN DESACUERDO 5: TOTALMENTE DE ACUERDO