

# Gestión docente para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas numéricos en física

*Teaching management for the development of numerical problem-solving skills in physics*

Dra. Beatriz Oropeza Villalobos<sup>1</sup> ✉ 

<sup>1</sup>Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México, Plantel "Ricardo Flores Magón", Ciudad de México, México

## RESUMEN

La resolución de problemas numéricos en física escolar es un proceso sumamente complejo, en el cual son esenciales las acciones docentes que promueven que los estudiantes mexicanos desarrollen procesos cognitivos y metacognitivos que los apoyen en el proceso de aprender a aprender y convertirse en estudiantes autónomos. Debido a la gran cantidad de factores intervinientes en el desarrollo de la habilidad para la resolución de problemas numéricos, se han elegido dos que se consideran de mayor relevancia y en los que existe un claro ámbito de influencia docente: la comprensión lectora del enunciado y la metacognición del proceso. A partir de la justificación teórica basada en resultados de investigaciones educativas, estos se transforman de lo abstracto a lo concreto y se pone el acento en una orientación en la práctica docente cotidiana mediante acciones concretas y ejemplos. Si bien las acciones aquí esbozadas no solucionan todos los obstáculos que enfrentan los estudiantes ante la tarea de resolver problemas numéricos en física, sí constituyen un elemento que promueve un mejor desempeño metacognitivo y cognitivo. El trabajo descrito en este artículo está orientado a estudiantes de nivel medio superior, sin embargo, las estrategias aquí mencionadas pueden ser útiles para estudiantes de diversos niveles escolares en México.

**PALABRAS CLAVE:** resolución de problemas numéricos; comprensión del enunciado; estrategias metacognitivas; intervención docente.

## ABSTRACT

Solving numerical physics problems in school is an extremely complex process in which teaching actions that promote the development of cognitive and metacognitive processes in Mexican students that support them in the process of learning how to learn and becoming autonomous students are essential. Due to the large number of factors involved in developing the ability to solve numerical problems, two have been chosen that are considered most relevant and where there is a clear scope of teacher influence: sentence reading comprehension and metacognition of the process. Starting on the theoretical justification based on the results of educational research, these are transformed from the abstract to the concrete and the emphasis is placed on an orientation in daily teaching practice through concrete actions and examples. Although the actions outlined here do not solve all the obstacles students face when solving numerical problems in physics, they constitute an element that promotes better metacognitive and cognitive performance. The work discussed in this article is aimed at high school students, however, the strategies mentioned here may be useful to students at various school levels in Mexico.

**KEYWORDS:** numerical problem solving; understanding of the statement; metacognitive strategies; teacher intervention.

### Correspondencia:

**DESTINATARIO:** Beatriz Oropeza Villalobos  
**INSTITUCIÓN:** Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México / Plantel "Ricardo Flores Magón"  
**DIRECCIÓN:** Calzada de Tlalpan 3463 y 3465, col. Viejo Ejido de Santa Úrsula, Alcaldía Coyoacán, C. P. 04910, Ciudad de México, México  
**CORREO ELECTRÓNICO:** beatriz.oropeza@iems.edu.mx

**Fecha de recepción:** 31 de julio de 2024. **Fecha de aceptación:** 3 de noviembre de 2024. **Fecha de publicación:** 20 de noviembre de 2024.



## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas numéricos es uno de los temas más importantes en física escolar y la gestión que corresponde realizar a los docentes para lograr tal desarrollo representa un reto importante.

Existen varias razones para tal afirmación. La primera consiste en que la resolución de problemas numéricos es una actividad compleja [1], en la cual intervienen una gran cantidad de factores de tipo cognitivo, metacognitivo, elementos del ámbito psicológico (creencias, motivaciones, experiencias previas), relacionados con el ámbito institucional y procesos de enseñanza aprendizaje (currículo, enfoques didácticos, estilos de enseñanza, etc.). De esta manera, los factores que requiere gestionar un docente para desarrollar la habilidad de resolución de problemas numéricos en los estudiantes son variados y, en algunos casos, muchos elementos ni siquiera se encuentran en el ámbito de su intervención.

Otro de los factores es la percepción por parte de los alumnos de que la resolución de problemas es una actividad rutinaria, aburrida y difícil [2], lo que provoca que los estudiantes muestren de inicio poco interés en desarrollar estrategias y gestionar su aprendizaje sobre el tema.

Finalmente, la resolución de problemas numéricos está ligada fuertemente a la didáctica de las matemáticas y esta es un área de conocimiento en la cual los estudiantes de México que han sido evaluados en pruebas internacionales estandarizadas (PISA) han mostrado niveles no satisfactorios [3]. En general, la relación entre escasas habilidades matemáticas y resolución de problemas numéricos ha generado situaciones de rezago y deserción de asignaturas científicas escolares [4].

Es posible encontrar en la literatura una clasificación de estrategias didácticas para la resolución de problemas numéricos en física que en general presentan tres orientaciones [5]: la algorítmica, como un conjunto de acciones sistematizadas y secuencia de operaciones; el enfoque de experto/novato, en la cual se analizan las acciones realizadas por los buenos solucionadores de problemas y se pretende que los novatos las emulen en una práctica guiada; y desarrollo de investigaciones guiadas, en las cuales se emula la actividad científica real y los retos y obstáculos que esta representa.

## II. DOS ELEMENTOS RELEVANTES

Como en muchas situaciones del proceso de enseñanza aprendizaje, varios autores han manifestado que resulta poco conveniente adherirse a un solo enfoque y es necesario incluir los elementos valiosos de cada uno de ellos y combinarlos en un estilo personal docente, integrado por la capacitación, la experiencia y el conocimiento del contexto escolar.

En ese sentido, el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas numéricos en física escolar requiere de un apoyo docente intencionado y dirigido [6]. El profesor frente a grupo requiere atender estos factores y gestionar el aprendizaje efectivo de los estudiantes, dotándolos de las herramientas y estrategias necesarias para lograr la consecución de las metas educativas [7].

Sin embargo, a pesar de que el reto es muy amplio dado el carácter integral de esta actividad, es necesario enfocarse en elementos puntuales que el docente considere más relevantes y prioritarios de abordar como gestión docente para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas numéricos en física escolar, por lo cual esta propuesta se centra en dos elementos puntuales: la *comprensión del enunciado* y la *metacognición del proceso*.

### LA COMPRENSIÓN DEL ENUNCIADO

En general, al enfrentarse a la tarea de resolver un problema numérico, los estudiantes realizan una lectura rápida y superficial, extraen los datos numéricos y tratan de aplicarlos a un modelo matemático disponible. Frecuentemente no reflexionan sobre la relación entre las variables, los datos y la información no explícita en el texto. En muchas ocasiones, debido a la aparente simplicidad de un problema, los estudiantes suponen que la solución es inmediata y no se detienen a realizar la reflexión sobre la formulación necesaria previa al inicio del proceso de solución [8].

La incomprensión del enunciado es uno de los factores que más impactan y dificultan la posibilidad de la resolución de un problema, por lo que este paso reviste de una importancia relevante [9], que implica un esfuerzo cognitivo significativo para la cabal interpretación del texto, la traducción entre diferentes lenguajes y el análisis de ello. De hecho, Pólya [10] enunció una frase contundente: “es tonto contestar a una pregunta que no se comprende”.

El inicio del proceso de resolución de problemas debería ser un cuidadoso análisis de la situación que implique un modelo y esquema mental de la situación enunciada. Además, una clara representación cognitiva de los elementos que integran el problema en el texto que conduciría a la determinación clara de la incógnita del problema (variable del fenómeno) y la demanda (una respuesta cuyo valor depende del resultado de la variable incógnita) en caso de que la hubiera.

En realidad, durante este proceso y de manera no consciente, el estudiante relaciona y traduce entre tres lenguajes diferentes: el cotidiano o natural, el lenguaje técnico científico adecuado al nivel escolar y el lenguaje matemático en el que se expresa el modelo matemático y las variables involucradas [11]. La capacidad y grado de dominio del estudiante de realizar este proceso generará un esquema mental adecuado y completo, o no lo hará, lo que puede determinar el grado de éxito al proceso de resolución del problema. La [Tabla 1](#) resume los elementos relevantes de la comprensión del enunciado.

TABLA 1  
ELEMENTOS DE LA COMPRESIÓN DEL ENUNCIADO

| COMPRESIÓN DEL ENUNCIADO        |  |
|---------------------------------|--|
| Elementos de la gestión docente | Promover y apoyar el análisis e interpretación del texto   |
|                                 | Verificar la comprensión de los términos empleados   |
|                                 | Verificar la traducción entre lenguaje natural, científico y matemático  |
|                                 | Verificar el establecimiento de la relación entre el marco conceptual, las variables del fenómeno y el modelo matemático |
|                                 | Monitorear la identificación de las variables involucradas   |
|                                 | Verificar la determinación de la incógnita y demanda   |

### LA METACOGNICIÓN DEL PROCESO

La metacognición es un proceso complejo que representa un elemento clave para aprender a aprender y permite la formación de estudiantes autónomos al demandar la participación activa de ellos en su proceso de aprendizaje a través del ejercicio de las habilidades metacognitivas que permiten resolver situaciones problemáticas.

Existe una gran variedad de funciones metacognitivas que permiten lograr un aprendizaje de mayor calidad, por ejemplo, la reflexión, la autoconciencia y el autocontrol. De acuerdo con [12], hay un conocimiento metacognitivo (saber qué) que es de naturaleza declarativa y un control metacognitivo (saber cómo) que corresponde a cuestiones procedimentales. El primero se refiere al conocimiento que se tienen de los procesos y productos cognitivos e incluye al autoconocimiento de las características de la persona como aprendiz, al conocimiento de los objetivos y características de la tarea y su grado de dificultad y al conocimiento de las estrategias, las diferentes alternativas y las condiciones y procedimientos de su aplicación. El segundo, el control metacognitivo o autorregulación se refiere a la actividad intencionada de organización, supervisión, control y regulación que ejerce el individuo sobre sus procesos cognitivos y su propio aprendizaje, la cual también supone la planificación y supervisión de la tarea para lograr resolver las dificultades encontradas en ella. Las estrategias metacognitivas se refieren al conjunto de estos dos procesos: el conocimiento y el control.

La mediación metacognitiva docente supone guiar a los estudiantes en un proceso reflexivo sobre su propio aprendizaje que implica la planeación, organización y evaluación de los procesos cognitivos con la intención de apoyar a los estudiantes a lograr el gran reto de aprender a aprender y convertirse en estudiantes autónomos en términos del desarrollo de habilidades metacognitivas.

La intervención docente supone al profesor como guía y modelo [13]. Independientemente de la capacidad intelectual del estudiante, el desarrollo de las habilidades metacognitivas resulta en un incremento en el aprendizaje, por lo cual es necesario entrenarlos en el desarrollo de estas. En las primeras etapas, el profesor orienta de manera muy cercana y dirigida sobre el uso de estrategias metacognitivas y gradualmente va retirando el apoyo, cediendo el control al estudiante. En la [Tabla 2](#) se resumen los elementos metacognitivos que pueden integrarse a la gestión docente.

Las estrategias metacognitivas aplicadas en la resolución de problemas en física han mostrado los beneficios generados [14 p. 520]: “a) Codificar estratégicamente la naturaleza del problema y obtener una representación mental de sus elementos. b) Seleccionar las estrategias adecuadas para la consecución del objetivo. c)

Identificar los obstáculos que impiden y dificultan el progreso”.

TABLA 2  
ELEMENTOS DE LA METACOGNICIÓN

| METACOGNICIÓN  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento metacognitivo: de naturaleza declarativo (saber qué); autoconocimiento</li> <li>• Control metacognitivo: de naturaleza procedimental (sabe cómo); autorregulación</li> </ul> |   |
| Elementos de la gestión docente  | Apoyar la generación de un modelo y esquema mental        |
|  | Animar la construcción de representaciones alternativas   |
|  | Cuestionar sobre el proceso cognitivo                     |
|  | Fomentar la reflexión metacognitiva a través de preguntas |
|  | Solicitar la autovigilancia de los procesos               |
|  | Promover la revisión del procedimiento                    |
|  | Promover la revisión y reflexión de los resultados        |

### III. DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA

Las investigaciones educativas sobre los temas mencionados anteriormente arrojan información valiosa factible de ser usada en el ejercicio docente cotidiano a través de la transformación de lo abstracto a lo concreto.

Es importante mencionar que la interpretación de los resultados de tales investigaciones puede dar lugar a una gran cantidad de aportaciones en términos de las acciones docentes para implementar las ideas, considerando que cada profesor configura sus contribuciones de acuerdo con su propio estilo y personalidad, así como también es un factor relevante el contexto del grupo académico que atienda. De esta manera, las iniciativas no son las mismas para grupos y profesores diferentes. En ese sentido, las propuestas enunciadas a continuación parten de la experiencia con el trabajo de estudiantes de nivel bachillerato en escuela pública de México, pero pueden ser aplicadas en términos generales a cualquier nivel escolar realizando las adecuaciones correspondientes.

También es necesario enfatizar que, al ser la resolución de problemas numéricos en física escolar un proceso tan complejo en el que intervienen muchas variables, cualquier aportación e iniciativa docente puede contribuir al desarrollo de habilidades de resolución de pro-

blemas numéricos, pero no se considera una solución definitiva. En términos de procesos educativos, todas las aportaciones constituyen unas aproximaciones sucesivas para el logro de los objetivos académicos.

En el presente trabajo se enuncian aspectos puntuales en los cuales es conveniente realizar la intervención docente intencionada, y en algunos casos se sugieren algunas acciones. Particularmente en la sección correspondiente a la metacognición se proponen acciones inquisitivas que se ligan con la primera cuestión correspondiente a la comprensión del enunciado. Se pretende apuntalar la sugerencia de intervención docente a partir de la presentación de ejemplos comunes en este nivel educativo. Por supuesto, que para otros niveles académicos los ejemplos pueden no ser pertinentes a ellos, pero seguramente el docente dispondrá dentro de su bagaje de recursos, ejemplos más adecuados a su práctica.

Las acciones parten de la premisa que el anclaje teórico conceptual del tema o fenómeno a abordar se ha trabajado previamente y ha generado aprendizajes sólidos en los estudiantes. De esta manera, las propuestas de intervención docente mencionadas a continuación están estructuradas y tienen sentido.


Inicialmente es importante garantizar que el aprendizaje teórico conceptual es adecuado, sin el cual la tarea de resolver problemas numéricos del tema deja de tener sentido y se convierte en un mero ejercicio matemático y algorítmico.

Es deseable que la cuestión teórica conceptual incluya la descripción de contexto histórico y filosófico, además de mencionar las aplicaciones en la vida cotidiana relacionadas al fenómeno, pero es de gran relevancia la cuestión de la descripción de las variables, las relaciones de proporcionalidad entre ellas y las relaciones matemáticas que describen este comportamiento.

#### LEER Y LEER NUEVAMENTE

La comprensión del enunciado de un texto que describe un problema depende del bagaje cultural y de la formación académica del lector. En ese sentido, es necesario que el docente reconozca el contexto de los estudiantes para diseñar los reactivos empleando el lenguaje y los términos pertinentes en el enunciado del problema que tenga certeza que los estudiantes reconocen.


Además, representa una excelente oportunidad para incrementar el vocabulario al incluir nuevos términos y no solo explicarlos sino aprovechar la coyuntura para realizar una narrativa sobre él que dé sentido al enunciado. El siguiente problema ejemplifica lo anterior:

 *Un espeleólogo requiere cuerda para descender a una cueva desconocida. Para ello deja caer una roca y escucha que impacta en el suelo 1.6 segundos después. ¿Qué cantidad de cuerda requiere?*

En este ejemplo de caída libre, probablemente los estudiantes desconocen el término espeleólogo. En tal caso, es importante describir esta profesión y en qué actividades de recreación o de investigación suelen involucrarse e, incluso, si las circunstancias lo permiten, narrar algún evento actual que se relacione con tal actividad.


Dado que la comprensión lectora del enunciado de un problema numérico requiere de un proceso de traducción entre lenguajes cotidiano, científico y matemático y que tal proceso puede adolecer de construcciones erróneas si se desconocen los términos ahí incluidos o si la situación no remite a una situación conocida, es importante el empleo de recursos adicionales que favorezcan la construcción de una representación mental de la situación, en la cual el resto de la información del enunciado cobra sentido.

Este proceso se puede apuntalar con el uso de representaciones alternativas, por ejemplo, la elaboración de dibujos, esquemas o gráficas que permitan la mejor comprensión del enunciado y las variables que lo conforman. El enunciado a continuación sería factible de requerir tales recursos:

 *Dos ciclistas parten de la línea de salida en un circuito de 15 kilómetros. Si el segundo ciclista llega en primer lugar en un tiempo de 22 minutos, ¿a qué distancia de la meta se encuentra en ese momento el primer ciclista si su rapidez promedio fue 38.5 km/h?*

La cantidad de información vertida en el texto puede generar confusiones, por lo cual una representación gráfica que muestre a los dos ciclistas, el circuito y los datos asociados a cada uno de ellos facilitará esbozar una estrategia para la resolución.

También en el sentido de la traducción entre lenguajes, se hace necesario establecer las relaciones equivalentes entre términos usados.

 *Un tren que parte del reposo, acelera de forma constante y al cabo de 5 segundos lleva una rapidez de 12 km/h. ¿Cuál fue el valor de la aceleración en este tramo?*

Este ejemplo de enunciado, que podría ser de uso común en textos de física y en clase por los docentes, implica varias traducciones de lenguaje que es necesario asegurar que los estudiantes pueden realizar.

En primer lugar, el término *reposo* del lenguaje natural, quizá es desconocido por los estudiantes o solo lo reconozcan en función de su sinónimo *descanso*, en cuyo caso el enunciado carece de sentido (Un tren parte del descanso...). En términos científicos, en este caso correspondiente a cinemática, el lenguaje natural *reposo* remite a que está detenido, es decir, que la velocidad inicial es cero; en términos matemáticos lo anterior se puede traducir a una expresión simple como  $v_i = 0$ . Todo este proceso requiere un andamiaje cognitivo que es necesario desarrollar previamente para que el enunciado adquiera sentido para el estudiante.

El concepto *aceleración* posee un significado formalmente definido dentro del bagaje de la disciplina de física, por lo cual el correspondiente aprendizaje teórico conceptual debería ser establecido previamente de forma sólida.

Correspondiente a los términos empleados, también se menciona frases como *al cabo*, que si bien son empleadas de manera correcta, pueden ser sustituida por el término *después*, que es de uso más cotidiano para los estudiantes.


En los enunciados de los problemas se presenta una situación que requiere la determinación y resolución de una variable que es la incógnita y en algunas ocasiones también se solicita responder a la demanda, la cual es una pregunta cuya respuesta requiere resolver la incógnita.

La determinación de la incógnita es uno de los pasos más relevantes para resolver un problema, por lo cual la orientación docente es en el sentido de que los estudiantes comprendan el enunciado e identifiquen la




incógnita a través del reconocimiento de las variables asociadas al fenómeno físico, lo cual, nuevamente, requiere de un sólido aprendizaje conceptual.

Dado que la incógnita puede expresarse de manera explícita o implícita, la intervención docente podría apoyar y orientar a los estudiantes en el sentido de identificarla. Por ejemplo, en expresiones explícitas se puede mostrar que en muchas ocasiones el nombre de la variable incógnita va a continuación de un verbo del tipo *Determinar, Encontrar, Calcular* y sus respectivas conjugaciones. Por ejemplo, el siguiente enunciado en el cual se indica clara y directamente que la variable *trabajo* es la incógnita:


 *Calcula el trabajo requerido para elevar un piano de 340 kg desde el nivel del suelo hasta el tercer piso a 10.45 m de altura.*

En otras ocasiones existen enunciados que aunque no contienen de forma explícita la mención de la variable que es la incógnita, sí incorporan algún elemento que permite su identificación, tal como las unidades. Por ejemplo:

 *¿Cuántos segundos se tarda en caer una roca desde un edificio de 14 m?*

Al detectar que la pregunta implica las unidades *segundos*, se reconoce que la variable a determinar es el *tiempo*.

Un ejemplo de reconocimiento de una demanda asociada al problema es el siguiente. En ese caso, la intervención docente es en el sentido de que reconozcan qué variable es la incógnita que puede ayudar a responder la pregunta planteada:


 *Una persona compró un cazo para cocinar carnitas que se anunciaba que estaba fabricado en cobre. Al medir su masa era de 340 g y su volumen de 55 cm<sup>3</sup>. ¿Realmente es de cobre?*

En este ejemplo no hay una pregunta que explícita o implícitamente enuncie cuál es la variable incógnita, sino que determinarla implica que el estudiante comprenda con claridad y certeza la pregunta para que esta lo oriente para conocer cuál es la incógnita que permita responder a la demanda. En este problema, la incógnita es la *densidad* del cazo, y para responder a la demanda,

se compara la densidad del cazo con la densidad del cobre reportada en una tabla de densidades y si coinciden, la respuesta es que el cazo sí es de cobre. En caso contrario, se puede responder que no es de cobre o que es de otro material.


Por otra parte, otra consecuencia de la comprensión lectora del texto es la identificación adecuada de la información y su asignación a las variables del problema, conocida también como los datos.

Al igual que con la incógnita, puede darse de manera explícita o implícita, por ejemplo:

 *Un resorte cuya constante elástica 5 N/cm sufre una deformación 3 cm. ¿Cuál es la fuerza que se le aplicó?*

En este ejemplo que corresponde a la Ley de Hooke, los datos se pueden identificar y aparear directamente con las variables correspondientes dado que el nombre de ellas se enuncia directamente y a continuación se indica el dato, por lo cual no supone una dificultad en la interpretación de la información.

Si el enunciado se modificara como en el siguiente ejemplo, los datos ya no se podrían identificar directamente porque no está presente el nombre de la variable y por lo tanto sería necesario usar otro recurso para identificar la información.

 *Un resorte de 5 N/cm se estira 3 cm cuando se jala. ¿Cuál es la fuerza que se le aplicó?*

En este caso, se podría recurrir a analizar las unidades en que se expresan las variables del fenómeno físico en cuestión y a partir de ahí realizar la identificación y aparearlas. La deformación se expresa en unidades de longitud y la constante elástica en unidades de fuerza entre longitud. Al emplear esta estrategia, los datos quedan conformados de forma adecuada a las variables correspondientes.

#### EXPLICITAR PROCESOS MENTALES

La intervención docente para el uso de estrategias metacognitivas utilizadas en la solución de problemas numéricos permite transitar de un proceso mental abstracto a una acción concreta y explícita en la actuación del sujeto que resuelve el problema y puede instruirse y guiarse

a través del planteamiento de preguntas sobre el proceso cognitivo [14]. La reflexión lograda en ese sentido es una actividad que el profesor debe promover de forma constante y permanente para lograr el desarrollo de habilidades, en este caso sobre la resolución de problemas numéricos en física.


Relacionado con el tema de comprensión lectora del enunciado del problema, el docente puede fomentar la reflexión metacognitiva a través de realizar preguntas pertinentes. En un inicio, es el profesor quien las realiza al estudiante de forma constante siempre que el sujeto se enfrente a la tarea de resolver un problema. Sin embargo, como se mencionó previamente, es esencial ir cediendo la gestión metacognitiva de manera gradual de tal manera que el propio estudiante quien se las realice a sí mismo de manera cotidiana. Las preguntas iniciales se relacionan con el andamiaje teórico conceptual, sin el cual la resolución de problemas numéricos carece de sentido.

¿Poseo un aprendizaje adecuado sobre la teoría y conceptos relacionados con el tema? ¿Conozco las variables que intervienen y la forma en que se relacionan para la descripción del fenómeno físico? ¿Reconozco las condiciones de aplicación de las variables?

Como parte del autocontrol y autogestión, el estudiante mismo puede sugerir una línea de acción si la respuesta a alguna de las preguntas anteriores es negativa.

¿Qué puedo realizar para lograr el aprendizaje adecuado para abordar el problema? ¿De qué recursos dispongo para lograrlo? ¿Debo repasar el tema? ¿Puedo consultar un texto, a un compañero o al profesor?

Un ejemplo de control metacognitivo es analizar las condiciones de existencia de una situación física. El siguiente enunciado es un ejemplo de un problema que precisa de esta reflexión previa.

 Convertir  $-23\text{ K}$  a  $^{\circ}\text{C}$ .

Un estudiante que no posea un control metacognitivo puede proceder a solucionar de manera inmediata con la aplicación del modelo matemático de conversión de escalas de temperatura, sin reflexionar que el valor de temperatura mencionado es inexistente de acuerdo a la teoría cinética de la materia. De forma contraria, el ejercicio del control metacognitivo permitirá que el

estudiante detecte esta situación y cuestione sobre la exactitud y validez del enunciado.

Como se ha mencionado previamente, la comprensión lectora del enunciado de un problema es una cuestión elemental en el inicio del proceso de resolución de problemas, por lo cual es esencial poner el acento en comprender cabalmente el texto, los términos y la información allí plasmada a través de preguntas.

¿Reconozco todos los términos escritos? ¿Hay alguna palabra o concepto que me sea desconocido o que no comprenda?

¿Tengo claridad en cuál es la incógnita del problema? ¿Hay una demanda asociada? ¿Cuál es la variable que me permite responder esa pregunta?


Es importante solicitar a los estudiantes que estas preguntas sean respondidas de forma afirmativa antes de continuar con la resolución. Generalmente, un enunciado no entendido conduce a una resolución incorrecta.

Como parte de las estrategias metacognitivas empleadas en la comprensión de enunciados complejos, el estudiante puede decidir el uso de recursos adicionales, tales como realizar un esquema escrito, una representación gráfica o una lista de pasos a seguir que le permita clarificar la situación enunciada en el texto. De nuevo, inicialmente el docente sugiere alguna de estas acciones si la situación lo amerita. Sin embargo, la intención para el logro de estudiantes autorregulados es que sean ellos mismos quienes decidan la necesidad del uso de un recurso adicional.

La autovigilancia de realizar de forma completa, adecuada y correcta los procedimientos planteados para la resolución de problemas también corresponde al ámbito metacognitivo. Generalmente, los docentes solicitan a los estudiantes la revisión del procedimiento, pero se pretende que sea una práctica constante autogestionada por ellos mismos.

También como parte del final del proceso, la revisión de los resultados es necesaria. Asegurar que se ha respondido a la incógnita o demanda, que los resultados numéricos obtenidos tienen sentido en el contexto del problema o que es factible, que las unidades sean las adecuadas pueden orientarse con las preguntas correspondientes:

¿He respondido a lo solicitado en el enunciado? ¿El resultado obtenido es posible y tiene sentido? ¿Las unidades corresponden a la variable?

 *Un buzo se sumerge en el mar a una profundidad de 26 m. Si el reloj que lleva indica que soporta máximo una presión hidrostática de 2 atmósferas. ¿Se daña el reloj?*

En este ejemplo, si el estudiante determina la presión que ejerce el agua del mar sobre el reloj sumergido es un procedimiento correcto, sin embargo, ese aun no es el resultado, porque existe una demanda que requiere necesariamente contestar a una pregunta, por lo cual la resolución no está concluida.

Por otra parte, si el resultado sobre la temperatura que adquiere el agua líquida al colocarla en una fuente de calor en condiciones normales de presión, resulta en 450 °C, el estudiante en ejercicio de estrategias metacognitivas puede considerar que el resultado obtenido no parece corresponder con sus conocimientos sobre los estados de agregación de la materia y, por lo tanto, no es un valor factible, lo que le lleve a decidir la revisión del procedimiento realizado para detectar algún error u omisión.

## V. CONCLUSIONES

La formación de estudiantes autónomos y con habilidades para la resolución de problemas numéricos en física requiere necesariamente de una guía y acompañamiento docente que promueva en ellos, además de aprendizajes conceptuales y teóricos sólidos, control y autorregulación de los procesos de solución.

De los muchos factores intervinientes del proceso de solución de problemas numéricos de física, varios se encuentran dentro del ámbito de influencia institucional y docente, por lo que es importante enfocar los esfuerzos en ese sentido.

Múltiples investigaciones educativas han propuesto que la comprensión del enunciado y la metacognición sobre el proceso son dos elementos de gran relevancia e importancia que favorecen el aprendizaje y el desarrollo de esta habilidad. Sin embargo, el traslado de los resultados de las investigaciones educativas a la práctica docente cotidiana puede significar un proceso complicado, que requiere concebir acciones concretas aplica-

bles dentro del marco de las sesiones reales de clase, por lo cual la sugerencias aquí realizadas en ese sentido pueden significar un apoyo para el ejercicio de los docentes en activo.

Los elementos enunciado anteriormente, plasmados en la propuesta de gestión docente, pueden favorecer el desarrollo de la habilidad de resolución de problemas numéricos en física. Es importante, sin embargo, que esto se vea apuntalado por la intervención en otros factores que se encuentren dentro del ámbito de influencia docente y que todos los esfuerzos en ese sentido puedan repercutir favorablemente como un proceso de aproximaciones sucesivas.

La presente propuesta de gestión docente ha sido aplicada y valorada de forma explícita e intencional para fomentar el desarrollo de habilidades numéricas en estudiantes de bachillerato público, específicamente en el Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México, a lo largo de dos semestres. Los resultados obtenidos han sido alentadores, en el sentido que los estudiantes muestran mejores habilidades procedimentales, tales como determinar de forma más acertada la incógnita y la relación de la información contenida en el enunciado con las variables del modelo, el reconocimiento de la existencia de una demanda y han ejercido de manera constante los procesos metacognitivos, tal como revisión del procedimiento realizado, determinar la factibilidad de los resultados obtenidos y el uso de representaciones alternativas, entre otros.

La apreciación del impacto ha sido subjetiva, por lo cual se ha propuesto un análisis que permita determinar formalmente la ganancia de aprendizaje. De esta manera, una meta planteada para un futuro próximo es cuantificar de forma objetiva, estructurada y formal el impacto que tiene esta propuesta en una población de estudiantes de nivel medio superior.

## REFERENCIAS

- [1] A. García-Díaz, I. García-Alonso y M. Camacho-Machín, “Análisis de la fase de comprensión en la resolución de problemas de matemáticas en el desarrollo de una sesión de clase”, *FPIEM*, n.º 13, pp. 75-92, 2021.
- [2] M. L. Meneses y D. Y. Peñaloza, “Método de Pólya como estrategia pedagógica para fortalecer la competencia en la resolución de problemas matemáticos con operacio-



- nes básicas”, *Zona Próxima*, n.º 31, pp. 8-25, 2019. doi: [10.14482/zp.31.372.7](https://doi.org/10.14482/zp.31.372.7).
- [3] OCDE. “PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Notes: Mexico”. OCDE.org. Accedido: jun. 18, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/mexico-519eaf88#chapter-D1e11>
- [4] M. A. Arana, E. Gómez y C. G. Pérez, “Evaluación de una estrategia para disminuir la deserción escolar por reprobación y rezago en un centro escolar de Educación media superior”, *Debates en Evaluación y Currículum*, vol. 4, n.º 4, pp. 1-11, 2018.
- [5] M. Ceberio, J. Guisasaola y J. M. Almudí, “¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas y qué resultados alcanzan?”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 26, n.º 4 3, pp. 419-430, 2008.
- [6] L. Buteler, “La resolución de problemas en física y su relación con el enunciado”, *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 16, n.º 1, pp. 5-15, 2003.
- [7] B. Bravo, M. Montero, M. Juárez y F. Solari, “Desarrollo de la competencia de resolución de problemas ingenieriles en clases de Física”. *REIEC*, vol. 16, n.º 2, pp. 1-17, 2021, doi: [10.54343/reiec.v16i2.304](https://doi.org/10.54343/reiec.v16i2.304).
- [8] M. H. Ramírez y J. G. Castrejón, “Identification and Classification of Misconceptions in Solving a Variant for the Two-Body Problem”, *Transylv Rev*, vol. 27, n.º 40, 2019.
- [9] M. R. Berraondo, M. Pekolj, N. H. Pérez y R. Cognini, “Leo pero no comprendo. Una experiencia con ingresantes universitarios”, *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, vol. 17, pp. 428-434, 2004.
- [10] G. Pólya, *Cómo plantear y resolver problemas* (Serie Matemáticas). México: Editorial Trillas, 1965.
- [11] J. Barojas, “Problem solving and writing I: The point of view of physics”, *Am. J. Phys. Educ.*, vol. 1, n.º 1, sept. 2007.
- [12] S. Osses y S. Jaramillo, “Metacognición: Un camino para aprender a aprender”, *Estud. Pedagóg.*, vol. 34, n.º 1, pp. 187-197, 2008, doi: [10.4067/S0718-07052008000100011](https://doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011).
- [13] M. A. Queiruga, C. Sáiz y E. Montero, *Estudio sobre el entrenamiento autorregulatorio en resolución de problemas de física en Secundaria Obligatoria*. Cádiz, España: Formación IB, 2018.
- [14] M. R. Suárez y L. Cudmani, “Una estrategia metacognitiva y de autorregulación en la resolución de problemas en Física”, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 26, n.º 3, 2009. doi: [10.5007/2175-7941.2009v26n3p514](https://doi.org/10.5007/2175-7941.2009v26n3p514).