

Procedimiento didáctico para la comprensión de la formulación de problemas en la Física del preuniversitario

Didactic procedure for understanding problem posing in pre-university Physics

*Ramón Rubén González Nápoles*¹

*José Antonio Ramírez González*²

*Norberto Valcárcel Izquierdo*³

Resumen

Esta investigación presta atención a la comprensión de la formulación de problemas en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física (PEAF) en la Educación Preuniversitaria, en su relación con la solución de problemas, cuestión que no ha recibido la atención requerida como parte del currículo en los diferentes subsistemas de la educación cubana. Se realiza un análisis de los referentes teóricos que abordan este interesante tema, se ofrece una definición de comprensión de la formulación de problemas y se elabora un procedimiento didáctico acorde con ésta, el cual es aplicable a la comprensión de la formulación de los diferentes tipos de problemas que se presentan en el PEAF, como parte del proceso de su resolución.

Palabras clave: Procedimiento didáctico, formulación de problemas, resolución de problemas, Física

Abstract

¹ Licenciado en Educación, especialidad Física y Astronomía. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”, Cuba. E-mail: ramonrubengn@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3107-2862>

² Licenciado en Educación, especialidad Física-Electrónica. Profesor de Física del Instituto Preuniversitario Urbano "René Orestes Reine", La Habana, Cuba. E-mail: josearg@lh.rimed.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0622-7647>

³ Licenciado en Educación, especialidad Física y Astronomía. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Asesor de la Actividad Científica en la Dirección Municipal de Educación de Diez de Octubre, La Habana, Cuba. E-mail: norbertov@infomed.sld.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9552-6306>



This research pays attention to the understanding of problems formulation in the Physics teaching-learning process (PEAF) in Pre-University Education, in its relation to problem solving, an issue that has not received the required attention as part of the curriculum in the students' different subsystems of Cuban education. An analysis of the theoretical references that address this interesting topic is carried out, provides a definition understanding of problem posing of is offered and a didactic procedure is elaborated in accordance, which is applicable to the understanding formulation of the different types of problems that are presented in the PEAF, as part of your solution process.

Keywords: didactic procedure, problem solving, problem posing, Physics

Introducción

La resolución de problemas ha sido ampliamente utilizada en la enseñanza de la Física y en la Educación Científica en general, en varias latitudes del mundo, simultáneamente al referido proceso ocurre otro muy importante, es el relacionado con la comprensión de la formulación de problemas; aspecto que tiene una incidencia esencial en el éxito de su solución, en tanto, es considerada la primera etapa del proceso de resolución de problemas, aunque no es suficiente que el alumno comprenda para que pueda solucionar un problema.

En este complejo proceso se observa un mal manejo de algunos conceptos, sobre todo los de tarea docente y problema, por esta razón resulta relevante para esta investigación lo planteado por el destacado investigador norteamericano Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983), que denomina a la primera etapa del proceso de resolución de problemas de la siguiente manera: “comprensión del planteamiento de la tarea o de la formulación del problema” (p. 201). Esta denominación incita a pensar en el adecuado manejo de los conceptos de tarea y de problema.

La tarea tiene un carácter objetivo, considerada la célula de la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de cualquier asignatura. En la Física de la Educación Preuniversitaria, una tarea puede contener una o varias preguntas donde se solicite al estudiante, por ejemplo, explicar algún proceso o determinar alguna magnitud física; pero la tarea en su conjunto, así como la(s) pregunta(s), no constituyen el problema, porque este es una categoría psicológica que se expresa de manera particular en cada individuo.

En la observación de un considerable número de clases de Física en la Educación Preuniversitaria, en la provincia de La Habana en Cuba y el análisis de resultados obtenidos por los estudiantes en preguntas escritas, trabajos de controles, pruebas finales, informes de resultados de aprendizaje, regularidades detectadas por visitas de los niveles municipal, provincial y nacional; así como el apoyo de la experiencia de más de treinta años, como promedio, relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física (PEAF), en esta educación; permitió precisar que, en la primera etapa del proceso de resolución de problemas, los estudiantes de esta enseñanza presentan deficiencias en:

- La identificación de conceptos relevantes presentes en la situación objeto de estudio.
- La modelación de la situación objeto de estudio mediante gráficos, esquemas, figuras auxiliares u otros recursos.
- La percepción de un fenómeno, hecho o proceso, a través del experimento o de sus vivencias.
- El análisis físico de las condiciones de la situación problemática o el problema dado, mediante el planteamiento de preguntas, hipótesis o conjeturas.
- La descripción verbal de los procedimientos empleados.

Las regularidades descritas encierran la siguiente situación problemática: Insuficiencias en los estudiantes de la Educación Preuniversitaria en la comprensión de la formulación de problemas en el PEAf.

No obstante, constituye una demanda social de la disciplina Física en la Educación Preuniversitaria, "la presentación de los contenidos a partir del planteamiento, formulación y resolución de problemas prácticos con carácter ..., económico-laboral y científico-ambiental" (Ministerio de Educación [MINED], 2019, p. 36). En tanto, aspiración de este nivel de enseñanza, las insuficiencias referidas resultan preocupantes para lograr la elevación de la calidad de la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

La situación problemática genera la contradicción fundamental de la investigación, que se manifiesta entre las insuficiencias de los estudiantes de la Educación Preuniversitaria en la comprensión de la formulación de problemas y la exigencia planteada en el modelo del egresado que debe formular problemas de interés social, la cual genera el siguiente problema científico: ¿Cómo perfeccionar la comprensión de la formulación de problemas por los estudiantes en la Física de la Educación Preuniversitaria? El objetivo es elaborar un procedimiento didáctico que contribuya al perfeccionamiento de la comprensión de la formulación de problemas en el PEAf.

Para constatar el carácter científico del problema, se consultaron autores que han abordado el tema de la formulación de problemas, enfocado desde la arista del que trata de resolver un problema, comprende la manera en que está formulado, entre estos pudieron ser valorados los trabajos de Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983), Pino (2005), André (2015), Rodríguez et al. (2021) y Benítez et al. (2021), los cuales aportan elementos muy importantes.

Los autores analizados coinciden en afirmar que, mediante la formulación de problemas se contribuye a la solidez de los conocimientos, al desarrollo de habilidades lógicas, la formación de valores y de sentimientos entre otros, en los que pudieran lograrse mayores niveles para el desarrollo integral de su personalidad y algunos han hecho referencia a la necesidad de incorporar la metacognición, por la eficiencia constatada que posee en la resolución de problemas.

La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias

El análisis de la comprensión de la formulación de problemas requiere de una sistematización de los referentes teóricos sobre la resolución de problemas y la comprensión de su formulación, ya que, aunque este último forma parte del primero no ha sido abordado de manera explícita, por una mayoría de autores y precisamente esta debilidad ha tenido una incidencia negativa en la práctica pedagógica. Posteriormente, a partir del análisis de ambos procesos, se ofrece una definición de comprensión de la formulación de problemas y un procedimiento para su concreción.

Como se expresó anteriormente, la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria se concreta mediante la tarea docente, sobre la cual Ramírez et al. (2021) plantearon que debe posibilitar el desarrollo en los estudiantes de elementos clave de la cultura científica contemporánea, como son: búsqueda de información, diseño de estrategias de abordaje de situaciones problemáticas, formulación de problemas físicos, comprensión e interpretación de textos científicos, planteamientos de preguntas, modelación, formulación de hipótesis, procesamiento de objetos y problemas de investigación, habilidades matemáticas, diseño y planteamiento de experimentos.

De los análisis realizados se puede afirmar que la tarea contiene la expresión lógico lingüística del problema, que debe ser comprendido para poder ser resuelto, aunque en ocasiones, en la práctica escolar estas categorías se identifican como un mismo concepto. Para orientar este complejo dilema que tiene un manejo incorrecto en la práctica escolar cotidiana, resulta necesaria la siguiente pregunta: ¿qué es el problema?

La respuesta a esta interrogante está asociada a la relación que debe establecer el estudiante, entre la (s) incógnita (s) que se desea hallar, los datos explícitos e implícitos y las condiciones que ofrece la tarea. En este proceso se percata que con esa información no puede resolver, a priori, la tarea y entonces surge en él una contradicción que provoca asombro y la necesidad de buscar una solución, la cual debe ser interiorizada para revelar el problema, donde las operaciones mentales necesarias para hallar lo desconocido aparecen solo en la búsqueda intelectual.

En relación con estos aspectos y sus relaciones se define *situación problémica* como: “...el estado psíquico de tensión intelectual que surge en el sujeto como resultado de la interiorización de la contradicción subyacente en una problemática” (Rodríguez et al. 2021, p. 45). Para estos autores, la problemática es la tarea docente asignada al estudiante, por tanto, la contradicción subyace en la tarea. Por los análisis realizados, se asume la siguiente definición de problema:

Todo verdadero problema se caracteriza porque exige que aquel que lo resuelve, el alumno en nuestro caso, comprometa de forma intensa su actividad cognoscitiva, que se emplee a fondo, desde el punto de vista de la búsqueda activa, el razonamiento, la elaboración de hipótesis o ideas previas de solución. (Labarrere, 1988, p.1)

Resulta importante, a partir del análisis de la definición del concepto de problema, precisar los elementos que componen un problema: “de lo que se trata (el contenido), los datos que se expresan, las condiciones que se sitúan y las exigencias que se plantean...” (Labarrere, 1988, p. 5). Se interpreta que, las exigencias son las incógnitas que son necesarias hallar, aunque puede haber otras incógnitas que deben ser reveladas, desde la comprensión de la formulación del problema.

Se asumen, además, los rasgos esenciales de los problemas expresados por Rodríguez et al. (2021), que son los siguientes:

- Es una situación descubierta por, o planteada a un sujeto, quien desconoce a priori cómo solucionarla, sea porque no conoce la vía, no posee todos los conocimientos necesarios, o ambas cosas a la vez.
- Requiere de determinados conocimientos y habilidades mínimas para enfrentarlo (condicionante preponderante cognitivo).
- Genera una necesidad para su transformación y la búsqueda de cómo realizar una transformación que requiere esfuerzo intelectual sostenido (condicionante preponderante afectivo).
- Tiene carácter relativo, pues tanto en su aspecto objetivo como subjetivo está supeditada al sujeto que se enfrenta a él.

Etapas generales para el proceso de resolución de problemas

Otro elemento importante resulta cómo han sido concebidas las etapas generales del proceso de resolución de problemas, para lo cual se pudieron consultar los trabajos de Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983), Polya (1976), Labarrere (1988), Mandres y Gamboa (2012), Sabonete et al. (2016), Parra et al. (2017), González y Gamboa (2019), Rodríguez y

Gamboa (2019), todos en el campo de las matemáticas, mientras que en el caso de la Física se tuvieron en cuenta los resultados ofrecidos por Sifredo y González (1987), Gil y Valdés (1996) y González et al. (2017), para realizar un sintético análisis acerca de los modelos de resolución de problemas asumido por cada uno de ellos.

La resolución de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática

El investigador norteamericano Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983) propuso el siguiente esquema de solución de tareas: “comprensión del planteamiento de la tarea o de la formulación del problema, la confección del plan de solución, la realización del plan, y la ojeada hacia atrás ... quien resuelve el problema debe contestar un conjunto de interrogantes” (p. 201).

Polya (1976), que es considerado uno de los clásicos en este tema, propuso las siguientes etapas: “comprender el problema, concebir un plan, ejecución del plan y visión retrospectiva” (1976, p. 19). Se apoya en un programa heurístico con determinados niveles de ayuda, que consiste en preguntas que orientan al estudiante a encontrar el problema e incluye la formulación de hipótesis para hallar su solución.

Labarrere consignó las siguientes etapas: “análisis del problema, determinación de la vía de solución, realización de la vía de solución y control del resultado” (1988, p. 4). De este resultado, se retoma el papel del análisis y el control en todo el proceso de resolución, por la importancia que reviste para esta investigación, que a diferencia de los dos anteriores caracteriza el contenido general de cada una de las etapas, en lugar de orientar su ejecución mediante preguntas heurísticas.

El resto de los trabajos consultados coincide, de manera general, con los aquí presentados para resolver múltiples tipos de problemas (Gamboa, 2022). Además, han sido aplicados a otras

áreas como la resolución de problemas químicos con cálculo, que como actividad cognoscitiva es cualitativamente más compleja que la formal solución de ejercicios, pues son situaciones más abiertas o novedosas que requieren una demanda cognitiva y motivacional mayor (Parra et al., 2017).

La resolución de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física

Sifredo y González (1987) estructuran el método general de resolución en cuatro pasos enfocados como: “comprensión del problema, análisis de la solución, solución del problema y comprobación de la solución” (p. 18). Estos investigadores explicitan el contenido de cada etapa y en el caso del análisis de la solución de los problemas, consideran el empleo de los métodos analógico, algorítmico, analítico-sintético o la combinación de ellos según las características del problema.

En el proceso de enseñanza de la Física del nivel preuniversitario, en el cual se realizó esta investigación, prevalecen problemas cerrados donde se facilitan datos de los valores de magnitudes físicas a los estudiantes para que efectúen cálculos de otras magnitudes, aplicando conceptos, principios y leyes, aspecto que al ser ponderado sobremanera provoca que el análisis cualitativo de los problemas sea muy limitado y en consecuencia se matematice la Física.

Teniendo en cuenta la limitación anterior, Gil y Valdés (1996) proponen un modelo de investigación dirigida. Este modelo se basa en orientaciones que parten del planteamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés, para provocar su estudio cualitativo, promover la emisión de hipótesis y el diseño de experimentos para la contrastación de las mismas, con énfasis en las relaciones ciencia – técnica – sociedad que enmarcan el desarrollo científico y dirigiendo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda la ciencia.

Por estas razones, no consideran etapas en el proceso de resolución de problemas y su complejidad ha sido reconocida por los propios autores.

Dada las limitaciones del modelo de Sigfredo y González (1987) y la complejidad del propuesto por Gil y Valdés (1996), los investigadores González et al. (2017), también en la Educación Preuniversitaria, estructuran la resolución de problemas como una habilidad generalizada y la consideran como una habilidad de un elevado nivel de sistematicidad que constituye un sistema, en tanto, integra las habilidades que la Física debe formar en los estudiantes de esa educación.

En consecuencia, establece su estructura en cuatro operaciones generalizadas que, aunque de forma general coinciden con las etapas generales referidas por varios autores aquí citados, están expresadas en término de habilidades y consideradas como tal y de mayor nivel de sistematicidad que las operaciones que las integran, que a su vez constituyen habilidades primarias (lógicas) y elementales (propias de la ciencia). Las operaciones generalizadas son: comprender el problema, determinar la vía de solución, hallar la solución e interpretar la solución.

Contenido de la primera etapa del proceso de resolución de problemas

Se asume, al igual que Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983) que, en la primera etapa del proceso de resolución de problemas se concreta la comprensión de su formulación. Por tanto, resulta necesaria la siguiente interrogante: ¿Cuál es el contenido de la primera etapa del proceso de resolución de problemas dado por diferentes investigadores?

Comprender un problema físico-docente es darse cuenta de la esencia física que está reflejada en él, del sistema de relaciones específicas que están presentes en el mismo, es ser capaz de concebirlo como un todo y de establecer las relaciones de las partes con

dicho todo, precisando las dificultades que presenta el problema, todo ello relacionado con la voluntad de intentar resolverlo”. (Pino, 2005, p.44)

Otro investigador, entiende la comprensión de los problemas con texto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física como:

...al proceso mediante el cual los alumnos son capaces de decodificar el texto, el enunciado del problema planteado, captar el significado del sistema de relaciones específicas presentes, concebirlo como un todo y de establecer las relaciones entre los significados de los conceptos, procedimientos y valores relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. (André, 2015, p. 58)

El propio André (2015), considera que en el proceso de comprensión el alumno debe expresar con sus palabras el enunciado del problema (formularlo), para lo cual tiene que decodificar el texto y descubrir lo que se manifiesta de manera explícita, como lo que se da y lo que se pide, pero también determinar lo que se ofrece de manera implícita, aspectos que revelan la diferencia entre formular el problema para sí durante la comprensión y la otra dirección que se ha investigado de la formulación, en el sentido de que el estudiante debe elaborar problemas.

Relación de la comprensión de la formulación de un problema y su solución

Resulta importante aclarar que la comprensión de la formulación de problemas es el modo en que cada uno percibe y, por tanto, formula el problema para acometer su solución, que se maneja en la literatura como formulación para sí, la cual ocurre, fundamentalmente en el plano interno, por tanto, esta investigación no aborda la formulación desde la arista de elaboración de un problema a partir de datos y condiciones que se ofrecen al estudiante. “La formulación, redacción o planteamiento de un problema ha sido un aspecto al que los matemáticos le han venido prestando atención por la relación que guarda con su resolución”

(Pereira, 2021, p. 1098). Esta idea considera la formulación, la redacción y planteamiento de problemas como sinónimos.

No obstante esta consideración, otros autores expresan que el planteamiento se refiere a proponer el problema, que es la que se asume porque se asocia a la tarea asignada al estudiante, mientras que la formulación es expresarlo en términos claros y precisos. Se asume en esta investigación que la redacción puede ser escrita, oral o manifestarse en el plano mental, en tanto, la idea esencial es que el alumno “redacte” en el plano mental la manera en que comprende la formulación del problema y trabaje las relaciones entre sus componentes en aras de resolverlo.

Al valorar la relación entre la comprensión de la formulación de un problema y su solución, se expresa:

Separar el planteamiento del problema de su solución, por lo general, no es sencillo. El planteamiento del problema ya significa el comienzo de la solución; no obstante, la solución es una etapa independiente de la actividad docente-cognoscitiva, que se considera uno de los elementos más complejos del aprendizaje problémico. (Majmutov, 1983, p. 201)

Resulta evidente que si la comprensión de la formulación de problemas se identifica con la primera etapa del proceso de su resolución es muy poco probable que, en la práctica, estas dos actividades se puedan separar, sin embargo, las insuficiencias que se presentan en la enseñanza-aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria en cuanto al primer aspecto se refiere, resulta necesario hacer una separación de la comprensión de la formulación de problemas, al menos en el plano metodológico, para poder perfeccionarla y lograr un aprendizaje más sólido duradero.

Benítez et al. (2021), proponen una metodología para desarrollar la habilidad formular problemas de Física en el Técnico Medio de Informática, que establece cinco niveles para el desarrollo de esta habilidad que comprenden las acciones identificar, elaborar, diseñar, formular y valorar y donde precisan la actuación del profesor y del estudiante hasta que se resuelve el problema formulado.

Al analizar la formulación de problemas desde la perspectiva de comprender la manera en que está formulado un determinado problema, para poder acometer su solución se expresa lo siguiente: "...la formulación del problema se considera la acción que realiza el alumno para transformar la situación problémica en problema. Mediante ella se transforma lo desconocido en lo buscado, con lo que el proceso de búsqueda emprendido adquiere un objetivo" (Rodríguez et al., 2021, p. 47). Idea que se corresponde con la intención de esta investigación.

Diferencias en el contenido de la primera etapa de la resolución de problemas, entre los autores analizados

Las valoraciones realizadas indican que, para poder orientar el análisis de la comprensión de la formulación, resulta de gran importancia la siguiente interrogante: ¿qué diferencias hay en el contenido de la primera etapa de resolución de problemas entre los diferentes autores referidos anteriormente?

Al analizar los aspectos que incluyen los diferentes autores en la etapa de comprensión de la formulación del problema, o formulación del problema para sí, la respuesta inmediata es que su contenido posee algunas diferencias porque todos no establecen la misma frontera entre esta etapa y la referida a hallar la(s) vía(s) de solución. Pero: ¿qué elementos incluye la frontera más amplia de esta etapa tan importante del proceso de resolución de problemas?

De manera general y expresados de diferentes maneras, incluye los siguientes aspectos:

PROCEDIMIENTO DIDÁCTICO PARA LA COMPRESIÓN DE LA FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

- El análisis como elemento central en la comprensión de cualquier tipo de problema.
- La diferenciación de los componentes del problema, es decir, el contenido, sus datos, condiciones e incógnitas (o exigencias)
- La modelación en la precisión de los componentes del problema.
- Considerar como núcleo central de análisis, la determinación de los principales nexos y relaciones cualitativas, cuantitativas, lógicas, históricas, mecánicas, moleculares, ópticas, atómicas, nucleares; etc, que existe entre los elementos que componen las condiciones del problema, la relación entre éstos y la exigencia planteada.
- Emisión de supuestos hipotéticos.
- Encontrar problemas derivados o subproblemas que se incluyen en el problema original, las contradicciones y consecuencias.
- Concebir de forma anticipada la (s) vía (s) de solución.

En la observación de clases al PEAf de la Educación Preuniversitaria en Cuba, cuando el alumno encuentra un problema en una tarea y trata de resolverlo, se observa que se matematiza el mismo, ya que, su actividad se centra en extraer datos y luego relacionarlos para buscar una fórmula matemática que contenga esos conceptos físicos, de modo que, se obvian procesos lógicos que son relevantes en la búsqueda intelectual para que comprometa de forma intensa su actividad cognoscitiva en el camino hacia la solución del problema. Esta regularidad muy marcada, incitó a profundizar en el contenido de la primera etapa del proceso de resolución de problemas, considerado por la mayoría de los autores sistematizados como comprensión del problema y en esta investigación, denominada comprensión de la formulación del problema.

Los investigadores: Labarrere (1988) y González et al. (2017) poseen la frontera más amplia e incluyen todos los aspectos del contenido de esta primera etapa, como se expresó en el

párrafo anterior, sin embargo: el propio Poy (1959, como se citó en Majmutov, 1983), Polya (1976), así como Sifredo y González (1987), incluyen los aspectos relacionados con hallar problemas auxiliares y proponer vías de solución, en la segunda etapa del proceso de resolución de problemas.

Esta diferencia en el contenido de las etapas se debe a que, la mayoría de los investigadores plantean que las fronteras entre unas y otras etapas no están claramente definidas.

... resulta también muy difícil, ..., diferenciar entre la determinación de la vía de solución y su ejecución. En ocasiones estos dos momentos aparecen como si fueran unidos en uno solo que sería el de ejecución de la solución. Por lo tanto, es usual también diferenciar sólo tres momentos en la solución: el análisis, la ejecución de la solución y el control de la respuesta. (Labarrere, 1988, p. 5)

Por otra parte, el propio Labarrere (1988) plantea que la determinación de los momentos de la solución, es una cuestión compleja, que guarda relación con los componentes de la actividad cognoscitiva humana: orientación, ejecución y control.

Sin embargo, como la etapa del control se realiza durante todo el proceso de resolución de problemas, en esta investigación se sugiere que esta actividad se concrete mediante la reflexión y regulación metacognitivas, por esta razón se propone un nuevo esquema en dos etapas denominadas: comprender la formulación del problema y solucionar el problema.

Según Suárez y Colombo (2009), las habilidades metacognitivas tienen un papel importante en la resolución de problemas ya que contribuyen a:

- Codificar estratégicamente la naturaleza del problema y obtener una representación mental de sus elementos.
- Seleccionar las estrategias adecuadas para la consecución del objetivo

- Identificar los obstáculos que impiden y dificultan el progreso.

Por estas razones se le asigna un papel esencial al proceso de control durante la comprensión de la formulación de un problema y su solución desde la perspectiva de las habilidades de reflexión y regulación metacognitivas.

¿Por qué escoger la frontera más amplia?

Al relacionar la comprensión de la formulación del problema, con la (s) posible (s) vía (s) de solución, se revela que en este proceso las acciones primero se manifiestan en el plano interno y que solo pueden ser apreciables externamente en el proceso de la solución del problema, cuando se despliega la vía de solución, aplicando métodos u otros recursos. El estudiante, puede prever varias vías de solución y al elegir una de ellas, pero al poner en práctica su ejecución (solución), puede resultar que no sea correcta, en tal caso, debe elegir otra vía y ejecutarla. Esto es posible si concreta un adecuado control de todo el proceso de resolución del problema.

No obstante, en la Educación Preuniversitaria, los estudiantes, generalmente, no prevén varias vías de solución y por esta razón, cuando ponen en práctica la vía prevista y esta no es correcta, entonces inician la búsqueda de otra vía de solución. Cuando se comprende la formulación de un problema, es porque emplea todos los componentes del contenido de esta etapa del proceso de resolución y llega a un nivel concreto pensado (segunda fase del camino dialéctico del conocimiento) y cuando ejecuta su solución bajo control consciente, completa el ciclo del conocimiento porque lleva a la práctica lo concreto pensado.

En el caso de la Física como disciplina docente en la Educación Preuniversitaria, cómo podría concretarse la etapa de la comprensión de la formulación de problemas en el proceso de su resolución. Dentro del contenido más amplio de esta etapa, analizado anteriormente, hasta la

determinación de los componentes del problema todo parece claro y coherente, pero sería muy orientadora la siguiente pregunta: ¿Qué se modela en un problema de Física?

En primer lugar, es necesario explicar que, los problemas de Física son extraídos de la realidad, de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza y, por tanto, se modela esa realidad siconatural que se representa en una situación concreta a la que se enfrenta el estudiante y que requiere de un proceso de análisis-síntesis, como elemento esencial de la comprensión para poder precisar sus datos, condiciones e incógnitas.

¿Para qué se modela?

En un primer momento, para precisar los datos, las incógnitas y las condiciones, que fueron inicialmente identificadas mediante la comprensión de la formulación del problema, pero que requiere de este momento para corregir cualquier falla o desviación del curso de un adecuado razonamiento.

Para la precisión de los datos e incógnitas el estudiante requiere del dominio de los conceptos físicos relevantes que aparecen en el problema, tanto explícitos como implícitos con énfasis en sus cualidades esenciales para promover el análisis cualitativo. Al respecto los investigadores Palic y Gulsum (2018), realizaron un estudio sobre los niveles de comprensión que poseen futuros maestros de primaria sobre los conceptos físicos de fuerza, movimiento, velocidad, aceleración y desplazamiento, mediante el método de asociación de palabras, con la intención de delimitar los conceptos alternativos que poseen de estos conceptos y eliminar esas ideas que provienen de la vida cotidiana, en la mayoría de los casos muy alejados del concepto físico delimitado por la ciencia.

Por la importancia que posee la formación de los conceptos en la comprensión de la formulación de un problema se expresa: "... para elevar el nivel de comprensión de los

conceptos físicos, es necesario llevar las ilustraciones mediante modelos más allá de sus limitaciones físicas” (Marvellous et al., 2019, p. 13). Estos autores relacionan la formación de conceptos con la modelación como un potente recurso, lo cual resulta de interés a esta investigación.

Otro elemento importante de la modelación es, precisar el sistema físico y delimitar sus fronteras, tal como es abordado en el problema, donde también juegan un rol esencial sus componentes y las relaciones entre éstos.

Los investigadores Marušić y Sliško (2017) analizan que un considerable número de autores en el campo de la física, consideran de gran importancia la visualización en el proceso de resolución de problemas de esta ciencia y expresan: “La principal ayuda de la visualización es dibujar diagramas o imágenes de la situación física observada” (p. 3). Sin dudas, la modelación es un recurso esencial para delimitar las fronteras del sistema físico contenido en el problema.

Un tercer elemento esencial de la modelación es caracterizar el sistema físico, para lo cual puede emplear dos vías: la primera de ellas mediante las cualidades esenciales del fenómeno que se examina en el problema y la segunda, mediante las interacciones que tienen lugar entre los componentes del sistema (cuerpos o partículas).

“Las interacciones entre los cuerpos que tienen lugar en la naturaleza, ... pueden caracterizarse cuantitativamente mediante la fuerza y la energía, las que caracterizan a su vez el estado de movimiento de dichos cuerpos” (González et al., 2017, p. 7). Estas son las magnitudes fundamentales que caracterizan los cuatro tipos de interacciones que existen en la naturaleza: gravitacionales, electromagnéticas, nucleares débiles y nucleares fuertes; esto es debido a que están relacionadas con los métodos teóricos más generales de la resolución de problemas de

física, a saber: el método generalizado de fuerzas y el de las leyes de conservación. Por supuesto, no son las únicas magnitudes que caracterizan las interacciones en el universo, pues existen varias leyes de conservación, ejemplo: la conservación del momento lineal y angular, la conservación de la masa, etc.

En una investigación realizada en el campo de la resolución de problemas de mecánica, se expresa: “Los diagramas de cuerpo libre resumen la información más importante sobre la situación física descrita en un problema de mecánica, lo que potencialmente facilita la conceptualización del problema” (Mešić et al., 2017, p. 54). Resulta importante aclarar que el método generalizado de fuerzas se puede aplicar en todos los campos de la física, no solo en la mecánica, ya que como se expresó la fuerza caracteriza todos los tipos de interacciones fundamentales de la naturaleza y, por tanto, de los campos inherentes a cada una de ellas.

¿Cómo se puede pasar de la modelación al hallazgo de la(s) posible(s) vía(s) de solución?

La respuesta a esta interrogante es la siguiente. Se puede pasar de la modelación a la(s) posible(s) vía(s) de solución, de las siguientes maneras:

- Precisar el modelo físico de que se trate (sus cualidades, condiciones, restricciones, aproximaciones, etc)
- A partir de las magnitudes físicas que caracterizan el modelo físico, establecer relaciones cualitativas entre magnitudes y conceptos.
- Recurrir al modelo matemático del modelo físico (si lo posee) para establecer relaciones cuantitativas entre conceptos (otros conceptos, principios, leyes) o los elementos de teorías que sean necesarios.

Toda vez, que se realizan estas acciones, se pueden hallar problemas derivados y es posible prever la(s) posible(s) vía(s) de solución, a partir de las cualidades esenciales del modelo físico (consecuencias teóricas) o de la ecuación que describe el comportamiento del mismo (modelo matemático); aspectos que permiten cerrar el ciclo de la comprensión de la formulación de un problema.

La explicación sobre los aspectos del contenido más amplio de la comprensión de la formulación de problemas, como primera etapa del proceso de resolución de problemas, posibilitan establecer la siguiente definición:

La comprensión de la formulación de problemas constituye la primera etapa del proceso de resolución de problemas, que requiere un conjunto de procesos lógicos e intelectuales, que permite revelar un problema y la elaboración del plan concreto pensado de su posible solución, bajo control consciente, para el momento de su aplicación en la práctica.

Como se explicó, la comprensión de la formulación de un problema y su solución, son actividades muy relacionadas entre sí y muy difíciles de separar: "... las estrategias de enseñanza de la resolución de problemas en el nivel medio superior ... incluyen lectura, método o experimental, de demostración y de discusión" (Ugonwa, 2019, p. 42). Idea que ratifica algunos de los aspectos del contenido de la comprensión de la formulación de problemas.

El empleo del método experimental resulta muy importante en la contrastación de hipótesis, al comprobarse la solución propuesta en la práctica como criterio irrefutable de la verdad. Al respecto, las adecuaciones curriculares realizadas por el MINED (2020) expresan que, mediante la resolución de problemas experimentales, se forman valores relacionados con la curiosidad científica, la iniciativa, la tenacidad, el espíritu crítico, el rigor, la flexibilidad

intelectual y el aprecio por el trabajo colectivo, aspectos que son tenidos en cuenta en esta investigación.

El procedimiento didáctico

A partir de los análisis realizados, se propone un procedimiento didáctico para la comprensión de la formulación de problemas, que sea aplicable a todos los campos de la física, por lo cual la tarea es un tanto compleja, si tiene en cuenta que la mayoría de los autores que han incursionado en el tema, lo han hecho en un área específica de la ciencia que enseñan. El procedimiento, está constituido por cinco fases, denominadas: análisis de la situación problemática, razonamiento conceptual, fundamentación de ideas solución, anticipación de posibles vías de solución y argumentación del problema seleccionado; cada una con sus acciones correspondientes, que se presentan a continuación.

Primera fase: Análisis de la situación problemática

Esta primera fase, consiste en encontrar la situación problemática y los elementos que la componen con el objetivo de estudiar su naturaleza, función o significado para revelar la contradicción dialéctica, es decir, transformar esa situación problemática en problema y precisar el objetivo. Esta fase posee las siguientes acciones:

- Identificar la contradicción dialéctica. (revela el problema en el plano mental)
- Analizar el problema para identificar los conceptos relevantes explícitos e implícitos.
- Identificar relaciones lógicas entre magnitudes.
- Identificar las(s) incógnita (s) que debe hallar o sus relaciones.
- Plantear el problema. (formula el objetivo en el plano mental)

Segunda fase: Razonamiento conceptual

En esta fase se percibe el problema como totalidad y toma de consciencia de la esencia de la dificultad, o sea, acotar el planteamiento abierto o cerrado original de un problema, que consiste en las acciones:

- Percibir el problema y tomar consciencia de este (es consciente del problema y el objetivo).
- Modelar la situación objeto de estudio a partir del empleo de figuras de análisis, bocetos, gráficos, un experimento u otros recursos.
- Caracterizar el fenómeno físico o las interacciones presentes en la situación objeto de estudio.
- Delimitar el sistema físico y sus fronteras. (toma en cuenta lo implícito y lo explícito de la situación en lo concreto pensado)
- Indicar que factores determinan el comportamiento de los elementos y las relaciones en el objeto de estudio, al cambiar las condiciones.

Tercera fase: Fundamentación de ideas solución

En esta fase se requiere encontrar o generar distintas alternativas de métodos o procedimientos de solución y posibilidades para transferir soluciones ya conocidas, usar ensayo error, tanteo inteligente, analogías, analítico-sintético, así como los procedimientos de los métodos generalizados de resolución de problemas de física y se concreta mediante las acciones siguientes:

- Analizar las relaciones cualitativas y cuantitativas entre los conceptos y magnitudes, para penetrar en la esencia física del fenómeno o proceso objeto de estudio
- Establecer relaciones cualitativas y cuantitativas entre los conceptos y magnitudes. (selección por lo menos de una solución en el plano mental).

- Fundamentar preguntas, conjeturas, hipótesis o alguna otra forma de cuestionamiento que guíe el proceso de formulación.

Cuarta fase: Anticipación de posibles vías de solución

En esta fase se presenta el plan concebido por el estudiante (plan de ejecución de lo concreto pensado) y se realizan las acciones siguientes:

- Analizar las posibles relaciones entre los datos y las incógnitas, a partir de las condiciones del problema.
- Establecer relaciones entre los datos, condiciones, magnitudes y lo que se pide hallar.
- Seleccionar el concepto, principio, ley o elementos de teorías; necesarios para la solución del problema.
- Encontrar un procedimiento estratégico que oriente la(s) posible(s) solución (s)
- Prever la selección, al menos, de una vía de solución para su ejecución.

Quinta fase: Argumentación del problema seleccionado

En esta fase se expresa el problema seleccionado en forma verbal o escrita, o sea, en lenguaje lógico-lingüístico en términos claros y precisos con la ayuda de los conceptos y juicios ya elaborados por la ciencia (Se apoya en la concepción física del mundo sobre la base de las interacciones fundamentales) y se concreta mediante las acciones siguientes:

- Exponer en forma verbal o escrita el problema, la(s) vía(s) y la solución seleccionada. (Presenta el plan concreto pensado)
- Explicar la ruta crítica seguida en todo el proceso.
- Argumentar los procedimientos a emplear para la posible concreción práctica de la solución seleccionada. (Argumenta la posible aplicación del plan concreto pensado y una visión retrospectiva)

Es importante declarar, que el proceso de reflexión y regulación metacognitiva tiene lugar desde que el estudiante se enfrenta a la tarea docente encuentra el modo en que está formulado el problema (comprensión de la formulación del problema) y transita por todas las fases del procedimiento, pues evalúa, controla y dirige todo el proceso corrigiendo posibles fallas y finaliza cuando es capaz de expresar en forma verbal o escrita el problema seleccionado y propone la(s) vía(s) de solución. Aquí concluye la primera etapa del proceso de resolución de problemas: comprender la formulación del problema, momento a partir del cual está en condiciones de pasar a la segunda etapa que es solucionar el problema, donde debe aplicar el plan pensado para la solución y con ello cierra el ciclo del conocimiento.

Conclusiones

El procedimiento propuesto para la comprensión de la formulación de problemas por los estudiantes, en la Física de la Educación Preuniversitaria, se caracteriza por:

- Se estructura en cinco fases y se precisan las acciones de cada una de las ellas, que siguen el camino general del conocimiento hasta su segunda etapa.
- Concebir de manera anticipada, en el plano mental, la(s) vía(s) y posible(es) solución(es) del problema, como aspecto esencial de la formulación para sí, que en los trabajos anteriores veían la frontera en la determinación de relaciones cualitativas y cuantitativas entre magnitudes y la emisión de hipótesis.
- Incluir los procesos de reflexión y regulación metacognitivas, como elementos presentes en el control de todo el proceso realizado y de gran importancia en las posibles correcciones y desviaciones en el razonamiento lógico seguido, para la toma de decisiones, lo que mejora el aprendizaje.

- Concebir un nuevo esquema de resolución de problemas, conformado por dos etapas: comprender la formulación del problema y solucionar el problema, de modo que se renuncia al clásico esquema Polvano que aún prevalece en la enseñanza de las ciencias en Cuba.
- Es un intento por estructurar un procedimiento didáctico generalizado que oriente el modo de actuación eficiente del estudiante y que tenga un carácter general aplicable a problemas en todos los campos de la física.

Referencias

- André, V. A. (2015). *La comprensión de los problemas de texto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, en el décimo grado del distrito Ingombota, provincia de Luanda*. [tesis doctoral. Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona”] Ciencias Pedagógicas.
- Benítez, I. P., Rojas, R. y Rodríguez, L. E. (2021). Metodología para desarrollar la habilidad formular problemas de Física en el Técnico Medio en Informática. *Opuntia Brava*, 13(2), 158–173.
- Gamboa, M. E. (2022). La enseñanza de las matemáticas y el desarrollo del pensamiento en la Educación Básica. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(1). <https://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3038>
- Gil, D. y Valdés, P. (1996). Un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación dirigida. En: D. Gil (Ed.), *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. (pp. 1-21). Pueblo y Educación.
- González, R.C. y Gamboa, M.E. (2019). Actividades para contribuir a la comprensión de

- problemas aritméticos en la formación inicial de maestros primarios. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(6), 212-235.
- González, R. R., González, E. y Carmenates, Y. (2017). El método generalizado de fuerzas en la resolución de problemas de física. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(2).
- Labarrere, A. (1988). *Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas matemáticos*. Pueblo y Educación.
- Majmutov, M. I. (1983). *La enseñanza problémica*. Pueblo y Educación.
- Mandres, P. y Gamboa, M.E. (2012). Ejercicios para el desarrollo de la habilidad resolver problemas aritméticos en estudiantes de décimo grado. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 3(5), 139-156.
- Marušić, M. y Sliško, J. (2017). Visual Representations of Situation in a Partially Defined Physics Problem: What Kinds of Drawings High-School and University Students Generate? *European J of Physics Education*, 8(2), 1-15.
- Marvellous, O., Chidi, B. y Chizoba, C. (2019). Scientific explanation of phenomena and concept formation as correlates of students' understanding of physics concepts. *European J of Physics Education*, 10(3), 10 – 19.
- Mešić, V., Mahmutović, S., Hasović, E. y Erceg, N. (2017). Free-Body Diagrams and Problem Solving in Mechanics: An Example of The Effectiveness of Self-Constructed Representations. *European J of Physics Education*, 7(3), 53-67.
- Ministerio de Educación (2019). *Programas de Física. Educación preuniversitaria*. Ciudad de La Habana, Cuba.
- Ministerio de Educación (2020). *Adaptaciones curriculares para el curso escolar 2020–2021*.

- Educación Preuniversitaria. Editorial Pueblo y Educación.
- Palic, G. y Gulsum, U. (2018). Determination of Elementary Prospective Teachers' Perceptions of Some Basic Physics Concepts by Word Association Test. *European J of Physics Education*, 8(2), 44 – 57.
- Parra, M., Gamboa, M.E., López, J. y Borrero, R.Y. (2017). Procedimientos heurísticos para resolver problemas matemáticos aplicados a resolución de problemas químicos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(1).
- Pereira, M. (2021). Metodología para la formulación de problemas de programación en función del desarrollo local. *Mendive* 19(4), 1091-1100.
- Pino, M. G. (2005). *Procedimientos metodológicos para la comprensión de los problemas físicos-docentes y la planificación de su resolución en la escuela Secundaria Básica*. (tesis doctoral). Instituto Superior Pedagógico “Juan Marinello”, Matanzas, Cuba.
- Polya, G. (1976). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Ramírez, J. A., González, R. R., Valcárcel, N. y Álvarez, J. C. (2021). Actividades experimentales de la Física en el III Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación. *Horizonte Pedagógico*, 10(1).
- Rodríguez, L.A. y Gamboa, M.E. (2019). Ejercicios para favorecer la comprensión de problemas matemáticos en la educación de adultos. *Revista Cognosis*, 4(3), 145-168.
- Rodríguez, L. E., Pérez, Y. y Pérez, N. P. (2021). La habilidad para formular problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática. *Luz*, 86, 40-54.
- Sabonete, J.L., Gamboa, M.E. y Mestre, U. (2016). Propuesta didáctica para el diseño de problemas matemáticos en escuelas angoleñas de segundo ciclo. *Didasc@lia: Didáctica y*

Educación, 7(5), 155-164.

Sifredo, C. E. y González, E. (1987). *Orientaciones Metodológicas para la Solución de Problemas de Física. Décimo Grado*. Pueblo y Educación.

Suárez, M. R. y Colombo, L. (2009). Una estrategia metacognitiva y de autorregulación en la resolución de problemas en Física. *Enseñanza de la Física*, 26(3), 514-532.

Ugonwa, T. (2019). Effect of Polya's problem solving technique on the academic achievement of senior secondary school student in physics. *European J of Physics Education*, 10(1), 38–48.