

La habilidad para formular problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática

The skill of formulating problems in the teaching-learning of problem solving in Physics and Mathematics

* Luis Eduardo Rodríguez-Rodríguez

**Yaima Pérez-Hernández

***Nelsy Perfecto Pérez-Ponce de León

*Universidad de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila, Cuba. Licenciado en Educación, especialidad Física y Astronomía. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular del Departamento de Ciencias Exactas. lr1938673@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9489-277X>

**Universidad de Holguín. Holguín, Cuba. Ingeniera Civil. Máster en Pedagogía Profesional. Profesora Asistente del Departamento de Matemática. yaimaph1@nauta.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2293-1549>

***Universidad de Holguín. Holguín, Cuba. Licenciado en Educación especialidad Física. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular del Departamento de Ciencias Naturales nelsypppl1@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0929-3455>

Resumen

En este estudio se argumenta la habilidad de formular problemas como la parte del proceso de su solución. La importancia de la pesquisa radica en que el desarrollo de esa habilidad es una problemática actual en la escuela, interviene en el éxito-fracaso en dicho proceso y su desarrollo es esencial en la actividad escolar, en la vida cotidiana y en el desempeño laboral-profesional. Basados en el método analítico-sintético para la sistematización teórica se identifica un sistema de operaciones que permite auxiliar al alumno en la comprensión de problemas de Física y Matemática, con lo cual el proceso de búsqueda de la solución adquiere un objetivo definido. Las operaciones declaradas se pueden adecuar a los distintos tipos de problemas que se desarrollan en esas disciplinas, usadas como una guía flexible a profesores.

Palabras clave: Habilidad; situación problemática; problema; formulación de problemas

Abstract

This study makes an assessment of the skill of formulating problems as a part of the process directed to their solution. The importance of the investigation resides in that the development of that skill is a current issue in the school, it plays a fundamental role in the success-failure of this process, and its development is essential in the school activity, in the daily life and in the professional performance. Based on the analytic-synthetic method for the theoretical systematizing, a system of operations is identified that provides help to the student in the understanding of problems of Physics and Mathematics, conducting the process of search of the solution to a defined objective. The declared operations can be adapted to the different types of problems that are developed in those disciplines, and also can be used as a flexible guide for the professors.

Key words: Skill; problematic situation; problem; formulation of problem

Introducción

Para la resolución de problemas se utilizan generalmente metodologías basadas en el modelo de los cuatro pasos (Pòlya, 1976). En consonancia con lo antes dicho son recurrentes metodologías como las propuestas por Campistrous & Rizo (1996); Pérez (2001); González & Castro, (2011); Corona et al, (2012); Rodríguez et al, (2012); Pavón & Martínez-Aznar, (2014); Rodríguez (2018), Rosa & Martínez-Aznar (2019), Saucedo et al, (2019) por citar algunas. Estos autores coinciden en la importancia de conocer los elementos que componen la estructura del problema, incluir los datos, las condiciones y las transformaciones, pero no realizan un análisis de cómo la situación problemática se transforma en problema por los alumnos.

En esas y en otras investigaciones con frecuencia se presta atención a determinadas habilidades consideradas básicas en el correspondiente proceso (Leonard, Gerace, & Dufresne, 2002; Rangel, Fagúndez & Pérez, 2007; Truyol & Gangoso, 2010; Neres & Costa, 2018), entre ellas el análisis conceptual como parte de la resolución de problemas. De acuerdo con Truyol & Gangoso (2010), estudios desarrollados a partir de los años 80, muestran que el proceso que lleva a soluciones exitosas radica en que quien resuelve, comprenda la situación que le permita hacer predicciones cualitativas. En ese sentido González (2001), analizando el papel de la problematización en la creatividad y el aprendizaje, destaca la identificación y la formulación de problemas como parte de un proceso unitario, que incluye las vías de acción para llegar a la solución y la solución misma. No obstante, considera que dentro de ese proceso la formulación de problemas ha sido mucho menos atendida.

Un resultado recurrente en investigaciones relacionadas con la solución de problemas es que subsisten dificultades en el desempeño de los resolutores debido a limitaciones en la comprensión de las situaciones problemáticas iniciales (Arnoux, Nogueira & Silvestri, 2007; Gusmão, Cajaraville, Font & Godino, 2014; Santos, 2015; Blanco, Cárdenas & Caballero, 2015; Díaz & Díaz, 2018). Según Díaz & Díaz, 2018, estas carencias se deben al insuficiente aprovechamiento de las potencialidades de la resolución de problemas para favorecer la actividad mental de los estudiantes y justifican la necesidad de indagar acerca de su tratamiento metodológico, que brinde a los docentes propuestas concretas para mejorarlas. Por otra parte algunos autores como Leonard et al., (2002), González y Castro (2011), Santos (2015), Fernández, Reyes & Alfonso (2016) evidencian que los esfuerzos de enseñanza pueden provocar transformaciones positivas en el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas.

En consecuencia, el objetivo del artículo es exponer las características fundamentales y operacionalizar la habilidad para formular problemas por los resolutores como colofón del proceso de comprensión del problema a partir de una situación problémica dada y proponer una posible secuencia para guiar a los estudiantes en la actividad correspondiente. Para ello se analizan y definen los conceptos habilidad, problemática, situación problémica, problema, formulación del problema y habilidad para formular problemas.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de la bibliografía especializada relacionada con la solución de problemas de Física y de Matemática fundamentalmente, basados en el método analítico-sintético de investigación teórica. Desde la perspectiva epistemológica y didáctica la investigación se sustenta en ideas esenciales de la enseñanza problémica (Majmutov, 1985) y el aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida (Gil, 1993). A partir del basamento teórico de esos autores se establecen los siguientes criterios de análisis para el estudio de la bibliografía relacionada con la solución de problemas:

La analogía entre la actividad científica contemporánea y el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física (Gil, 1993).

El proceso de aprendizaje se caracteriza por contradicciones propias que transitan por métodos de reconocimiento, de producción, de aplicación y de creación, de manera que el estudiante observa, realiza con ayuda y luego, de modo independiente, ejecuta los modos de actuación correspondientes (Majmutov, 1985).

Tal posibilidad se sostiene en la cercanía epistemológica de los trabajos de Majmutov, (1985) y Gil, (1993), pues asumen la lógica de la investigación científica como modelo en el cual sustentar el aprendizaje de las ciencias, con la particularidad que el primero reduce la analogía al método científico. Sobre esa base se realiza el análisis que tiene el siguiente recorrido epistémico: las habilidades y su estructura, así como los problemas y su formulación que son los referentes teóricos asumidos para definir la habilidad para formular problemas y proponer una operacionalización de la misma.

Resultados y discusión

Las habilidades son destrezas que permiten al individuo adquirir y desarrollar el pensamiento y conocimientos nuevos en una secuencia que transcurre de menor a mayor complejidad, en unidad indisoluble entre habilidades y conocimientos (Wagner & Norah, 2015), no obstante, Leonard et al.,

(2002); Morphew & Mestre (2018) han encontrado que la habilidad para resolver problemas no siempre correlaciona con la comprensión conceptual, al menos para estudiantes de bajo desempeño en la resolución de problemas. El hallazgo de Morphew & Mestre (2018) se obtuvo en una experiencia en la que se le brinda ayuda a los estudiantes basado en la observación de un video en el que se muestra la solución de un problema bien estructurado como ejemplo. Como resultado la mayoría de los estudiantes que observaron el video, eran capaces de resolver el problema, pero no desplegaban la comprensión conceptual que subyace en su solución.

Según criterio de los autores de este artículo, ese resultado muestra la necesidad de utilizar problemas abiertos, que requieren de una adecuada comprensión de la situación problemática inicial, en la que tiene un papel esencial la habilidad para formular problemas. En este sentido Leonard et al., (2002) afirman que el valor de una comprensión profunda de los conceptos y los principios radica en aplicarlos flexiblemente a la solución de problemas. Las aseveraciones anteriores conducen a la necesidad de buscar propuestas que ayuden a los estudiantes a desarrollar habilidades para la solución de problemas y faciliten la comprensión conceptual.

La adquisición de las habilidades cognitivas, a decir de González & Castro (2011) tiene su origen en la solución de problemas y facilitan los nexos entre el conocimiento previo, los conocimientos nuevos y el desarrollo de las estructuras del pensamiento. En las fuentes consultadas, las habilidades se clasifican desde diversos puntos de vista, así Wagner & Norah (2015), las dividen en dos clases: básicas y superiores. En este trabajo se asume una clasificación que las subdivide en intelectuales (que pueden ser básicas y superiores), docentes generales, de organización del puesto de trabajo y específicas (Pérez, Rivero, Ramos, Sifredo & Moltó, 2018). Dentro de las habilidades específicas de la Física y de la matemática destacan solucionar y plantear problemas. La habilidad solucionar problemas, según González, 2001; Wagner & Norah (2015) es de orden superior. En línea con esta idea, Stenberg (como se referenció en Rojas, 2010) propone habilidades del pensamiento específicas para la resolución de problemas, entre ellas la identificación y la definición de problemas.

Independientemente de las aportaciones señaladas, en la mayoría de los trabajos consultados no se define que son las habilidades ni sus especificidades desde la perspectiva cognitiva y afectiva. Según Pérez et al. (2018), ellas se manifiestan mediante el dominio de sistemas de acciones síquicas y prácticas, cada una de las cuales se realiza a su vez mediante operaciones específicas. Según esos autores esta estructura de acciones y operaciones componentes no es rígida pero constituyen en su conjunto invariantes de la

actividad, mediante ejecuciones necesarias e imprescindibles, que el estudiante debe conocer como un elemento metacognitivo (Díaz & Díaz, 2018) en el enfrentamiento a las tareas docentes que realiza como parte del proceso de aprendizaje.

En el caso específico de las habilidades de solución de problemas Ortiz & Bello (2015) plantean la necesidad de trascender su comprensión meramente cognitiva, de modo que no deben restringirse a la eficacia de sus componentes, pues hay que considerar un componente vivencial que le confiere un carácter más complejo. Esta idea debe tenerse en cuenta cuando se trata de ordenar una habilidad como conocimientos en acción y como cadenas de acciones y operaciones.

La idea de conjuntos o sistemas de acciones subyace en las fuentes consultadas, en las que se proponen secuencias de operaciones que, desde la perspectiva de la enseñanza, se orientan mayormente en forma de preguntas, reglas y procedimientos heurísticos, la mayoría dirigidas a la concepción del plan de solución (Cruz, 2002). Son de especial interés en esta investigación los trabajos que ahondan en la comprensión de problemas como primera fase de su solución. En ese sentido González (2001), Leonard et al., (2002), Rangel et al., (2007), Arnoux, et al., (2007), Truyol & Gangoso (2010), Pérez & Ramírez (2011), Pavón & Martínez-Aznar, (2014), Blanco et al., (2015), Díaz & Díaz (2018), Luna & Barros (2018) abordan la necesidad de reformular el texto de los enunciados de los problemas, sin embargo, en la mayoría de las obras estudiadas no se incluye como colofón de la misma la reformulación del problema. A nuestro juicio esta es una de las razones por las cuales se aprecia cierta dispersión en las secuencias de operaciones que los diferentes autores proponen para comprender problemas.

Lo antes expresado y la complejidad del proceso que se analiza condiciona la necesidad de, que antes de definir y operacionalizar la habilidad para formular problemas, es necesario precisar qué se entiende por *problemática*, *situación problémica* y *problema*, sobre la base del postulado de que la formulación y la solución de problemas constituyen la función principal del pensamiento del sujeto como proceso cognoscitivo.

Tomando en consideración lo aportado al respecto por Rubinstein (1977), autores como Blanco, (2017), Rodríguez (2018) asumen el pensamiento como el proceso cognoscitivo dirigido a la búsqueda de lo esencialmente nuevo, y reflejo mediato y generalizado de la realidad objetiva en el cerebro del hombre; que se manifiesta esencialmente como formulación y solución de problemas. Es el proceso mental orientado hacia la solución de problemas quien proporciona el objetivo de la actividad pensante del hombre, lo que está vinculado con las condiciones de su planteamiento (Rubinstein, 1977).

Lo escrito en el párrafo anterior evidencia que el problema no es un estado que se produce repentinamente, por el contrario es un proceso que se deriva de una contradicción. Para delimitar ese primer estadio en la comprensión de un problema, Majmutov (1985), asume el concepto situación problémica, que lo define como un estado psíquico de dificultad intelectual, que surge cuando se le presentan a un sujeto circunstancias que no puede explicar o realizar mediante los conocimientos o procedimientos que domina, que lo incitan a buscar una solución a dicha contradicción.

La situación problémica se caracteriza por la interiorización de una situación nueva, desconocida por el alumno, contradictoria, que puede ser de diverso nivel de complejidad y no puede ser resuelta de modo inmediato por estrategias de acción conocidas. De ese modo las contradicciones se encuentran en la base de la situación problémica y surgen de ideas, hechos, procesos o datos contradictorios que se encuentran en la realidad objetiva o modelada. Por tanto, la problemática es objetiva y se obtiene generalmente de los hechos facticos o teóricos, pero también tiene una dimensión subjetiva (conocimientos, motivos, experiencias, del sujeto) que lo pueden llevar a un estado de tensión intelectual y de búsqueda de lo desconocido.

De este modo, se asume por situación problémica el estado psíquico de tensión intelectual que surge en el sujeto como resultado de la interiorización de la contradicción subyacente en una problemática, de acuerdo con las características individuales de dicho sujeto (conocimientos, habilidades, experiencias, intereses que posea).

Desde esa perspectiva la situación problémica es la que hace que se inicie el proceso mental; pero no necesariamente lo sostiene, pues esta se presenta aun de modo difuso e incompleto. Para que el pensamiento se manifieste de modo intenso y perdurable es necesario que la situación inicial se concrete en un problema, proceso que pasa de modo ineludible por su formulación. Por eso en los trabajos de Rubinstein (1977) y Majmutov (1985) se considera el problema como una situación problémica interiorizada por el sujeto, para lo que debe establecerse, al menos de forma aproximada, lo conocido y lo desconocido de esta situación. Basados en los conceptos y caracterizaciones presentados por autores como Campistrous & Rizo (1996); Pérez, (2001); Alencar & Fleith, (2008), Corona et al. (2012); Rodríguez, et al. (2012); Blanco et al., (2015), se delimitan los siguientes rasgos esenciales de los problemas:

- 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.

El carácter relativo del problema dentro del proceso de enseñanza aprendizaje se debe a que una misma situación puede ser un ejercicio rutinario para una parte de los estudiantes y un problema para otros, incluso dentro del mismo grupo escolar o universitario. De este modo muchas situaciones que se escriben en los libros de texto y que los profesores usan en la enseñanza tienen una condición ambigua. En este trabajo se soluciona esa ambigüedad usando el término tarea docente. Por tanto, la tarea docente puede devenir o no en problema porque contiene las condiciones de la posible situación problemática.

El problema es, por tanto, aquella situación inherente a un objeto para la cual el sujeto no tiene soluciones previamente conocidas pero, a partir de los conocimientos y habilidades que domina, la interioriza de modo que vislumbra la posibilidad de resolverla, la refleja internamente como interés cognoscitivo y externamente como esfuerzo volitivo para solucionarla, lo cual le confiere carácter psicológico. Según Rodríguez (2006) se entiende por carácter psicológico del problema el elemento subjetivo de este, que incluye al sujeto que lo resuelve en su individualidad.

El planteamiento del problema se logra cuando el sujeto establece, al menos de forma aproximada, lo conocido y lo desconocido de la situación y está motivado por encontrar el resultado; de manera que puede formular verbalmente las condiciones iniciales y la incógnita. De ese modo el problema surge a partir de la situación problemática mediante la acción de formulación.

Lo que se ha argumentado hasta aquí muestra que la fase de comprensión de un problema inicia con una situación problemática y termina con el planteamiento del problema, sin embargo, no ha quedado claro cómo pasar de la situación inicial al problema. Asumimos que tal transformación ocurre mediante la formulación del problema como momento final de la búsqueda más o menos organizada y dirigida del

conocimiento y la información necesaria: la formulación del problema se asume como el proceso a través del cual lo desconocido de la situación problémica se transforma en lo buscado.

En síntesis, 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. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Matemática, los estudiantes deben sistematizar esas acciones, de modo que estas devienen en las habilidades más generales para la solución de problemas.

La habilidad para formular problemas

Para delimitar qué se entiende en este trabajo por habilidad para formular problemas como parte del proceso de su solución, se tuvo en cuenta las aportaciones relacionadas con las habilidades de Ortiz & Bello (2015), Blanco et al., (2015), Díaz & Díaz (2018) y Pérez et al. (2018) y las definiciones de situación problémica y problema. De ese modo la habilidad para formular problemas constituye el dominio de sistemas de acciones síquicas y prácticas que mejoran las posibilidades de los resolutores para comprender las tareas docentes que realizan como parte del proceso de aprendizaje de la Física o de la Matemática, o que de forma autónoma se plantean, de modo que les confiere mayores posibilidades de éxito para representarse la situación problémica inicial y enunciarla de modo preciso, reflejarla internamente como interés cognoscitivo y externamente como esfuerzo volitivo para solucionarla.

Para determinar las operaciones de esa habilidad se tuvieron en cuenta dos líneas de acción: la primera basada en una sistematización de fuentes de información que abordan de modo explícito la fase de comprensión de problemas, precisando en ella elementos que la distinguen. La segunda línea de acción se basa en los rasgos esenciales de los conceptos situación problémica, problema y formulación de problemas contenidos en sus definiciones.

La primera línea de acción tuvo en cuenta principalmente las investigaciones que sostienen que la comprensión del problema culmina con su formulación, sea esa formulación consciente o no (González, 2001; Pérez, 2001; Truyol & Gangoso, 2010; Rodríguez, et al. 2012; Díaz & Díaz 2018). A continuación se refleja una síntesis de las ideas esenciales que se tomaron como base para delimitar la habilidad en referencia:

1. La resolución de un problema comienza con el análisis del enunciado, que en el caso de Física y de Matemática es un tipo particular de texto, que pueden ser elaborados con cierta similitud a los problemas científicos (Truyol & Gangoso, 2010).
2. Para formular problemas se requiere de una serie de habilidades que suponen actividad metacognitiva (Cruz, 2002; Arnoux, et al., 2007; Díaz & Díaz, 2018) que incluye, según esos autores, la evaluación adecuada de la propia comprensión y la identificación de la fuente del problema.
3. La postura afectiva positiva, la percepción diferente, la re-combinación y re-aplicación al material es lo que puede conducir a la reformulación del problema (González, 2001).
4. Durante la comprensión del problema es donde se hace más evidente la necesidad de integración de los aspectos afectivos y cognitivos (Rodríguez, et al., 2012; Blanco et al., 2015).
5. Es posible proporcionar diferentes recursos heurísticos que le permitan a los estudiantes abordar la tarea para comprender el enunciado planteado (Blanco et al., 2015).

En particular esta última idea es recurrente en muchas de las investigaciones consultadas encaminadas a la enseñanza de la solución de problemas. Estas propuestas, independientemente de su valor heurístico, reconocen de modo explícito o implícito que la comprensión del problema es un subproceso que puede estructurarse mediante operaciones específicas. Por tanto puede encontrarse un conjunto mínimo de ejecuciones necesarias, esenciales, que autores en sistematizaciones anteriores como las de Pérez et al. (2018) les llaman invariantes funcionales de la ejecución.

La segunda línea de acción se basa en los rasgos esenciales de los conceptos situación problemática, problema y formulación de problemas. Basados en las definiciones realizadas en este trabajo y las aportaciones de Tuyol & Gangoso (2010) se identifican los siguientes elementos de la fase de comprensión de problemas: (I) Una comprensión inicial reproductiva, que se corresponde de modo muy similar con el texto de la tarea, pero permite distinguir el fenómeno, hecho o proceso envuelto en su redacción; (II) Un estado psíquico de tensión intelectual que impulsa a delimitar la situación problemática y esclarecer las condiciones dadas o probables; (III) Interiorización de la contradicción subyacente en la problemática, lo que condiciona un segundo nivel de comprensión, pues hay participación de conocimientos y habilidades; (IV) Identificación de relaciones inherentes a la contradicción, para la cual el sujeto no tiene soluciones hechas, interiorizadas en su subjetividad; (V) Se vislumbra la posibilidad de resolver la contradicción, se interesa en hacerlo y se esfuerza para lograrlo; (VI) Se buscan recursos

adicionales que permiten transformar lo desconocido en lo buscado, de modo que alcanza un tercer nivel de comprensión, que incluye información adicional proveniente de los conocimientos, las vivencias y experiencias previas del estudiante y (VII) Se establecen objetivos personalizados.

La secuencia anterior no significa que tenga que ser recorrida de modo exhaustivo. En dependencia de los factores objetivos y subjetivos que intervienen en el proceso de comprensión de un problema especificados en este trabajo y la práctica en la enseñanza de la Matemática y la Física muestran que el primer elemento puede no producirse y que algunos de los restantes pueden darse de modo integrado. Sobre estos elementos, se construye el *sistema operacional* de la habilidad para formular problemas que se exponen a continuación:

- Distinguir el fenómeno, hecho o proceso a través alguna fuente de información que permitan una comprensión inicial de la situación problémica y esclarecer las condiciones dadas o probables.
- Describir la contradicción esencial, sobre la base de lo desconocido de la situación y relacionarla con experiencias anteriores (conocimientos, métodos y procedimientos asimilados) y posibles causas y efectos de la contradicción.
- Formular preguntas que profundicen en la situación y permitan delimitarla, precisar el contenido y las condiciones (describir la situación verbalmente o con ayuda medios representacionales).
- Analizar las condiciones de la situación problémica para delimitar lo conocido y lo desconocido en ella (de ser necesario consultar diferentes fuentes de información).
 - Establecer el objetivo a lograr para resolver la contradicción.
 - Enunciar el problema a partir de la situación problémica y reformularlo de diferentes formas.
 - Valorar la pertinencia de distintas formulaciones.

Estas operaciones, no constituyen un algoritmo para realizar la formulación del problema, pero son de particular importancia ante situaciones problemáticas abiertas. Es esencial tener en cuenta que su ejecución depende de múltiples factores, tanto objetivos (presentes en la problemática) como subjetivos (propios del sujeto que enfrenta el problema), de modo que algunas de sus operaciones no responden al pensamiento convergente. Esto significa que requieren de la inferencia, la generalización como aspecto psicológico fundamental que permite la transferencia de una situación conocida a una desconocida. Por ejemplo, identificar la contradicción, así como las causas y los efectos inherentes a ella no es un resultado

que se obtiene porque alguien se lo proponga, pero orientar el pensamiento a su búsqueda incrementa las posibilidades de lograrlo.

Independientemente de lo expresado anteriormente, las acciones identificadas son útiles pues, acostumbrar a los estudiantes a utilizarlas hasta que alcancen su dominio metacognitivo previene que los resolutores se encuentren sin herramientas para enfrentar tareas que devienen problemas cualitativos abiertos. Desde esa perspectiva estas operaciones pueden servir de guía a docentes y alumnos en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas escolares que se puedan transferir a problemáticas de la vida cotidiana y de la actividad laboral, donde las situaciones problemáticas frecuentemente son abiertas. Para su enseñanza se presupone una secuencia de ideas esenciales que asume:

1. La analogía entre la actividad científica contemporánea y el proceso de enseñanza aprendizaje (Gil, 1993) mediante el enunciado de problemas abiertos que se caracterizan por la inespecificidad de las metas y condiciones, pues el modo en que son presentados los elementos de la situación problémica y el grado de incertidumbre sobre qué contenidos son necesarios para encontrar una solución tienen un papel esencial en el proceso de comprensión y en la formación de los sujetos resolventes (Truyol & Gangoso, 2010; Pavón & Martínez-Aznar 2014; Rosa & Martínez-Aznar, 2019).
2. El uso del *sistema operacional* de la habilidad para formular problemas como recurso que aúna factores afectivos y cognitivos pues, según Blanco et al., (2015), proporcionar recursos heurísticos a los estudiantes contribuye a la superación de las tensiones que se producen en la fase de comprensión del problema.
3. Es necesario que los estudiantes alcancen el dominio metacognitivo de dichas operaciones como recursos heurísticos, lo que implica formar conocimientos declarativos, procedimentales y condicionales (Gusmão et al., 2014).
4. Para lograr el desarrollo del dominio metacognitivo del *sistema operacional* de la habilidad para formular problemas, el proceso de aprendizaje debe transitar por el reconocimiento de los mismos, la producción y la aplicación a problemáticas abiertas con la ayuda del profesor y otros expertos para luego aplicarlos a la solución de problemas de modo independiente (Majmutov, 1985).

Conclusiones

En los estudios anteriores acerca de la solución de problemas, es recurrente que se aborden limitaciones de los estudiantes, relacionadas con la tendencia a la operatividad y que se aprecie que tal situación

puede solventarse mediante acciones mediadoras que conduzcan a una adecuada comprensión del problema y eviten aparentes dicotomías entre la comprensión conceptual y las habilidades para resolver problemas. Por otra parte, la comprensión del problema es un subproceso, de modo que transita por momentos diferentes que, en la modelación teórica, pueden ser separados para su estudio y posterior tratamiento didáctico.

En el contexto docente los problemas surgen mayormente de tareas que se les asignan a los estudiantes, o las asumen de modo independiente. Es mediante el proceso de comprensión del texto de la tarea que esta tiene la posibilidad de transformarse en problema, pues en mayor o menor medida quien se enfrenta a ella tiene la necesidad de reformular el texto y su correspondencia con el significado de las palabras, los conceptos científicos y las relaciones que se expresan en los enunciados de las mismas. La afirmación anterior es frecuentemente reconocida en trabajos previos, en los que se muestran acciones generales o específicas que orientan la actividad del profesor y los estudiantes a la comprensión de la tarea, las cuales han sido un referente esencial para esta investigación. No obstante, se considera que las propuestas realizadas dejan algunas fisuras en ese proceso de comprensión, que en el trabajo realizado se contribuye a identificar y solucionar.

Desde la perspectiva epistemológica y didáctica resultó esencial la posibilidad de sintetizar ideas de la enseñanza problémica (Majmutov, 1985) y el aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida (Gil, 1993), de modo que pudieron relacionarse conceptos tales como situación problémica, problema y formular problemas, mismos que resultaron claves en la identificación de las operaciones de la habilidad para formular problemas, en la que se imbrican aportaciones específicas relacionadas con los niveles de comprensión textual (Truyol & Gangoso, 2010), en particular de textos de los problemas de Física y los conceptos de problemas no estructurados y abiertos.

La concepción asumida se basa en que la comprensión del texto de una tarea, que deviene problema para el estudiante, conduce a una situación problémica inicial que se transforma en problema mediante la reformulación de la tarea hasta la formulación definitiva del problema. En ese subproceso lo desconocido se convierte en lo buscado, con lo cual el proceso de búsqueda de la solución adquiere un objetivo definido que transcurre en tres etapas que van desde la reproducción literal del texto inicial hasta uno basado en la comprensión, en la que intervienen conocimientos y vivencias previas de los estudiantes. Esta secuencia permitió identificar las operaciones de la habilidad para formular problemas, vista esta como una modelación que puede servir de guía flexible a docentes y estudiantes en la enseñanza y el

aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática, que es en esencia la contribución fundamental de la investigación y responde al objetivo fundamental de la misma.

Referencias bibliográficas

- Alencar, E. M. & Fleith, D. S. (2008). Criatividade pessoal: fatores facilitadores e inibidores segundo estudantes de engenharia. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 113-126.
- Arnoux, E. Nogueira, S & Silvestri, A (2007). Habilidades metacomprendivas en estudiantes de profesorado: la formulación de preguntas. *Folios Segunda época*, (25), 81-95.
- Blanco, L. J.; Cárdenas, J. A. & Caballero, A (2015). *La resolución de problemas de Matemáticas en la formación inicial de profesores de Primaria*. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Extremadura.
- Blanco, R. (2017). *El pensamiento lógico desde las perspectivas de las neurociencias cognitivas*. (Tesis doctoral). Universidad de Oviedo. España. Recuperada de www.eikasias.es/documentos/rafaelblanco.pdf
- Campistrous L. & Rizo, C. (1996). *Aprender a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Corona A., Sánchez M., González, E. & Slisko, J. (2012). Habilidades cognitivas y la resolución de un problema de cinemática: Un estudio comparativo entre los estudiantes de secundaria, bachillerato y universidad. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 6 (2), 292-299.
- Cruz, M. (2002). *Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la Matemática*. (Tesis doctoral). Universidad de Holguín, Cuba.
- Díaz J. A. & Díaz R. (2018). Los Métodos de Resolución de Problemas y el Desarrollo del Pensamiento Matemático. *Bolema, Rio Claro*, 32(60), 57-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a03>
- Fernández R. M., Reyes I F. & Alfonso I. (2016). La formulación de problemas: una competencia indispensable en la formación inicial de maestros primarios. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. IV(1), 1-17 Recuperado de: <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>
- Gil, D. (1993). Contribución de la Historia de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 165 - 179
- González, A. (2001). Creatividad; Competencia; Aprendizaje; Problematicación. Disponible en <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Cuba/cips/20120822025017/america1.pdf>

- González, M. T. & Castro, A. (2011). Impacto del ABP en el Desarrollo de la Habilidad para Formular Preguntas de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *REDU Revista de Docencia Universitaria*. 9(1) 57-66. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/6180>
- Gusmão, T. C.; Cajaraville, J. A.; Font, V. & Godino J. D. (2014). El Caso Víctor: dificultades metacognitivas en la resolución de Problema. *Bolema, Rio Claro*, 28 (48), 255-275. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a13>
- Leonard, J.; Gerace, J. & Dufresne, J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 20(3), 387-400.
- Luna, R. & Barros V. (2018). Resolução de Problemas, segundo Pólya, para o ensino de probabilidade usando jogos de loteria. *Educ. Matem. Pesq., São Paulo*, 20(2), 369-390.
- Majmutov, M. I. (1985). *La enseñanza problémica*. La Habana. Cuba. Editorial Pueblo y Educación.
- Morphew, J. W. & Mestre, J. P. (2018). Exploring the connection between problem solving and conceptual understanding in Physics. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 75-85.
- Neres, R. & Costa, V. (2018). Resolução de Problemas, segundo Pólya, para o ensino de probabilidade usando jogos de loteria. *Educ. Matem. Pesq., São Paulo*, 20(2), 369-390. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i2p369-390>
- Ortiz, E, & Bello, I. (2015). El desarrollo de la habilidad para formular problemas científicos en la formación inicial del psicólogo. *Integración Académica en Psicología*, 3(7), 48-55.
- Pérez, N. P. (2001). *Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario*. (Tesis doctoral). Universidad de Holguín. Cuba
- Pérez, N. P; Rivero, H.; Ramos, J. M.; Sifredo, C. & Moltó, E. (2018). *Didáctica de la Física. Tomo I*. La Habana: Félix Varela.
- Pérez, Y. & Ramírez R. (2011). Estrategias de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Fundamentos teóricos y metodológicos. *Revista de Investigación*, 73(35), 169-193.
- Pólya, G. (1976). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Rangel, N.; Fagúndez, T. & Pérez, O. (2007). La resolución de problemas para la determinación de los contenidos procedimentales en el curso introductorio de ingeniería. *IV Taller Iberoamericana de Enseñanza de la Física Universitaria*. La Habana, Cuba.
- Rodríguez, L. E. (2006). *Cómo contribuir al desarrollo del pensamiento lógico mediante la solución de problemas de ciencias exactas*. [Manuscrito]. ISP Manuel Ascunce Domenech, Ciego de Ávila.

- Rodríguez, L. E.; Ramos, J. & Ilizastigui, A. (2012). *Metodología para la solución de problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la escuela*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Rodríguez, L. E. (2018). Evaluación de cualidades del pensamiento de estudiantes de Matemática-Física al ingreso a la universidad. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 18 (2), 1-23. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/33036>
- Rojas, B. (2010). Solución de problemas: una estrategia para la evaluación del pensamiento creativo. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 11 (1), 117-125.
- Rosa, D. & Martínez-Aznar, M. M. (2019). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 37(2), 25-42. Recuperado de: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541>
- Santos, L. M. (2015). La resolución de Problemas Matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. 11(15), 333-346.
- Rubinstein. J. L. (1977). *Principios de Psicología General*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Saucedo, M.; Espinosa, M. E. & Herrera S. C. (2019). Método de Pólya aplicado al lenguaje algebraico en primer año de licenciatura. *Revistas Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 9(18), DOI: <http://dx.doi.org/10.23913/ride.v9i18.434>
- Truyol, M. E. Gangoso, Z (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de Física como herramienta para orientar procesos cognitivos. *Investigações em Ensino de Ciências*. 15(3), 463-484.
- Wagner, P. F. & Norah R. (2015). Análisis del Diseño Curricular del área Física en la Educación Secundaria de Misiones. *Revista de Enseñanza de la Física*. 27 (No. Extra), 27-35