



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898473*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

ISSN: 2007 – 7890.

Año: IV.

Número: 3.

Artículo no.9

Período: Febrero – Mayo, 2017.

TÍTULO: El método generalizado de fuerzas en la resolución de problemas de Física.

AUTORES:

1. Dr. Ramón Rubén González Nápoles.
2. Dr. Ermis González Pérez.
3. Máster. Yusmil Carmenates Romero.

RESUMEN: En el trabajo se aborda la necesidad de profundizar en la aplicación del método generalizado de fuerzas, debido a las reiteradas insuficiencias que manifiestan los estudiantes del nivel preuniversitario, en la realización de los diagramas de fuerzas, cuando resuelven problemas de Física donde se aplican las leyes de esa importante magnitud. Se determinó que una causa esencial del problema se relaciona con la incorrecta formación del concepto de fuerza, razón por la cual se asumen las etapas dadas, con esa finalidad, por A. I. Bugaev (1989). Se propone un enfoque para la resolución de problemas como habilidad generalizada, para concretar el método generalizado de fuerzas y se valoran los resultados obtenidos, los que revelan la pertinencia de la solución encontrada.

PALABRAS CLAVES: Método generalizado de fuerzas, resolución de problemas como habilidad generalizada.

TITLE: The generalized method of forces in solving Physics problems.

AUTHORS:

1. Dr. Ramón Rubén González Nápoles.
2. Dr. Ermis González Pérez.
3. Máster. Yusmil Carmenates Romero.

ABSTRACT: In this work, the necessity of deepening in the application of the generalized method of forces is approached, due to reiterated insufficiencies that the students of the preuniversity level manifest in the diagrams of forces realization, when they solve Physics problems where the laws of that important magnitude are applied. It was determined that an essential cause of the problem is related with the incorrect formation of the concept of force, reason why it is assumed the stages given by A. I. Bugaev (1989). An approach to problems solving is proposed as generalized ability to realize the generalized method of forces and the results obtained will be assessed, that reveal the pertinence of the solution found.

KEY WORDS: generalized method of forces, problems solution as generalized ability.

INTRODUCCIÓN.

La investigación desarrollada aborda, como objeto de estudio, el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel preuniversitario y toma como ejemplo el contenido del décimo grado, que constituye la base de todo el nivel, en tanto aborda los conceptos fundamentales que posibilitan el estudio de todos los conceptos y leyes que se estudian en el oncenno y duodécimo grados y que tienen mayor trascendencia en el curso de Física, no sólo para este nivel de enseñanza, sino también en la Educación Superior, ya que se relacionan con las interacciones fundamentales de la naturaleza y las generalizaciones de los métodos más importantes para la solución de problemas, entre ellos el de fuerzas.

La fuerza es uno de los conceptos más importantes que se estudian en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel preuniversitario, específicamente en el décimo grado; en este concepto se observan insuficiencias en los estudiantes referentes a la identificación de las cualidades esenciales de este concepto durante la resolución de problemas de Física, razón por la cual se buscaron antecedentes en los trabajos desarrollados por: R. Portuondo y otro (1983), L. D. Landau y otro (1984), L. Tarázov y otro (1988), A. I. Bugaev (1989), J. Fiallo y otro (2001), P. Valdés y otro (2002), C. Sifredo y otro (2005) y J. Núñez y otros (2008).

En las investigaciones consultadas se constató, que las definiciones del concepto de fuerza ofrecidas resultan incompletas o carecen de alguna precisión importante para su mejor comprensión y aplicación en la solución de problemas como actividad esencial de la Física en la escuela; razón por la cual en este trabajo se recrea la definición del concepto de esta importante magnitud física, que incluye la realización de un análisis del mismo por partes, para arribar a todas las cualidades esenciales de la fuerza. Se plantea, además, una manera de presentar su método generalizado y un enfoque de la resolución de problemas como habilidad generalizada para concretar dicho método.

DESARROLLO.

Para poder enfrentar la complejidad de la solución de esta problemática, se realiza un estudio mediante el análisis y crítica de fuentes, con el apoyo de los métodos analítico-sintético e inductivo-deductivo, y se precisa que una de las causas esenciales que influye en el problema lo constituye la lógica seguida en el proceso de formación de conceptos, razón por la cual se asumen las etapas ofrecidas por A. I Bugaev (1989).

En la literatura se observa el empleo de diferentes vías para la formación de conceptos, ya que su internalización por los estudiantes puede realizarse por diferentes métodos que comprenden un trabajo mental complejo en la asimilación de las generalizaciones teórico-verbales de las conclusiones de los diferentes tipos de experimentos físicos u otras formas empleadas; sin

embargo, todas las maneras que se utilicen en la formación de los conceptos tienen particularidades generales: “ellos, de un modo u otro, se inician a partir de la percepción sensitiva concreta del objeto o fenómeno, y el proceso de su formación está constituido por dos etapas”¹.

“El contenido de la primera etapa consiste en el movimiento de la percepción sensitiva concreta a la abstracta. En este caso, los alumnos aprenden a separar las características esenciales de los fenómenos y objetos, y a desechar las no esenciales. Esta etapa se concluye, generalmente, con la definición verbal del concepto. El contenido de la segunda etapa es el movimiento de lo abstracto a lo concreto. En este caso tiene lugar la generalización del concepto, el enriquecimiento de su contenido y una revelación más completa de su nexo y sus relaciones con otros”².

La realización de los esquemas de fuerzas, a partir de las interacciones entre cuerpos o partículas de un sistema, forma parte de la comprensión y análisis de la solución, cuando los estudiantes resuelven problemas de Física; razón por la cual se debe prestar especial atención a esta problemática, toda vez que en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física ocupa un lugar importante la solución de problemas, ya que esta actividad desarrolla en los estudiantes habilidades y determinadas cualidades de la personalidad de extraordinaria importancia para su formación integral.

Uno de los conceptos que reviste una gran importancia es el de fuerza, dado que esta es una de las magnitudes esenciales que caracterizan las interacciones que tienen lugar en los diversos campos que existen en la naturaleza, dígase el gravitatorio y electromagnético; por citar solamente los que se abordan en el décimo grado. Una cabal comprensión, de los efectos de esta magnitud, posibilita lograr que los estudiantes realicen los diagramas de fuerzas de forma

¹ Bugaev, A. I. (1989). Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Proceso de formación de los conceptos físicos.

² Bugaev, A. I. (1989). Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Proceso de formación de los conceptos físicos.

correcta, cuando resuelven problemas, y con ello han asegurado un gran por ciento de su solución.

Dada la experiencia de los investigadores en la enseñanza de la Física del nivel medio y la observación de un número considerable de clases de esta asignatura en el décimo grado del nivel preuniversitario, se pudo constatar que en la confección de los diagramas de fuerzas, durante la resolución de problemas, los estudiantes presentan insuficiencias en:

- La selección del punto de aplicación de las fuerzas.
- La identificación de algunas de las fuerzas presentes en el sistema de cuerpos.
- La identificación de los pares de acción y reacción.

Entre muchas de las causas, que pueden afectar el problema investigado, y otras, que a juicio de los investigadores están asociadas a la formación del concepto y revisten vital importancia son: la falta de rigor en el tratamiento al problema de las interacciones y los efectos de la fuerza, por lo cual es necesario realizar un análisis de los precedentes que sientan las bases para la adecuada introducción del concepto de fuerza en la tercera unidad del actual programa de Física del décimo grado, entre los que se destacan:

- En la unidad I: “La Física y el Universo en que vivimos” se aborda la siguiente problemática: ¿Cómo caracterizar los principales sistemas, interacciones y cambios en el universo?

- En la unidad II: “Descripción del movimiento mecánico” se estudian las características de los movimientos rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente variado y circunferencial uniforme.

Estos precedentes son suficientes, si se utilizan adecuadamente, en función de expresar la esencia del concepto de fuerza sin llegar a matematizarlo como generalmente ocurre en la mayoría de las clases impartidas por los docentes de Física de décimo grado. Su introducción al inicio de la unidad permite que se comprendan en profundidad:

- Las Leyes de Newton del movimiento mecánico para trayectorias rectas y circulares.
- Diferentes tipos de fuerzas, a partir de la caracterización de las interacciones en la naturaleza.

- La ley de Coulomb para partículas cargadas eléctricamente en reposo relativo.
- La Ley de Gravitación Universal.

En el tratamiento de la problemática de la primera unidad del programa de Física del décimo grado, como precedente esencial para introducir el concepto de fuerza, se debe precisar que el movimiento es una forma de existencia de la materia y que está presente en el universo en diversas y complejas formas, dentro de las cuales ocupa un lugar especial el movimiento mecánico que se presenta en el micromundo, el macromundo y el megamundo, como refiere la primera unidad del curso.

A partir de este planteamiento, se debe realizar el análisis de un nodo conceptual que requiere un tratamiento especial para que los estudiantes puedan comprender el concepto de fuerza: las interacciones en la naturaleza, las cuales ocurren a cualquier escala en el universo. Para ello, se deben abordar precedentes que poseen los estudiantes de la Física de Secundaria Básica, al estudiar algunos elementos de la Teoría Cinético-Molecular, que se erigen como sus postulados esenciales; estos son:

- Todos los cuerpos están constituidos por átomos y moléculas.
- Entre los átomos y moléculas existen espacios, denominados intermoleculares.
- Los átomos y moléculas interactúan entre sí, mediante fuerzas de atracción y repulsión (se atraen cuando tratan de alejarse y se repelen cuando tratan de unirse).

Con respecto a este último postulado de la Teoría Cinético Molecular de las sustancias, resulta de gran interés lo siguiente: “Las moléculas se atraen mudamente. Nadie lo duda ya. Si en un instante las moléculas pararan de atraerse unas a otras, todos los cuerpos líquidos y sólidos se desharían en moléculas”³.

Además, este mismo investigador planteó: “Las moléculas se repelen mutuamente, puesto que en caso contrario los cuerpos líquidos y sólidos se comprimirían con una facilidad extraordinaria”⁴.

³ Landau, L. D. y Kitaigorodski, A. I. (1984). Moléculas. Interacción de las moléculas.

⁴ Landau, L. D. y Kitaigorodski, A. I. (1984). Moléculas. Interacción de las moléculas.

Estos resultados permiten asegurar que las fuerzas de atracción y repulsión entre las moléculas, que componen el estado condensado de la materia, son las responsables de mantener su estructura característica.

También resulta oportuno valorar el radio de acción de las fuerzas gravitacionales y electromagnéticas, con lo cual queda claro que las interacciones en la naturaleza ocurren a cualquier escala, y esto puede tener una contribución significativa a la concepción científica del mundo. Para reforzar e interiorizar el problema de las interacciones entre los cuerpos que tiene lugar en la naturaleza, se debe precisar que pueden caracterizarse cuantitativamente mediante la fuerza y la energía, las que caracterizan a su vez el estado de movimiento de dichos cuerpos.

El hecho de que las interacciones puedan caracterizarse cuantitativamente mediante la fuerza y la energía permite comprender, por qué los métodos fundamentales que existen para la solución de problemas en la Física son el de fuerzas y el de las leyes de conservación, y dentro de este último tiene especial importancia la conservación de la energía para todos los procesos naturales. Ambos métodos se complementan con el proceso de medición de magnitudes físicas.

“En relación con este aspecto resulta oportuno señalar, en general, que las interacciones entre los cuerpos ocurren de dos formas fundamentales:

- 1) A través del campo inherente a los cuerpos (e incluso partículas), entre los que pueden destacarse el campo gravitatorio, electromagnético, etc.
- 2) Mediante las ligaduras existentes entre cuerpos que conforman un sistema y que pueden ser: cuerdas, resortes u otros mecanismos; cuerpos que colisionan; cuerpos en contacto directo que se encuentran en reposo o movimiento relativo; entre muchas otras variantes que pueden presentarse”⁵.

Para seguir una lógica coherente en el análisis del concepto de fuerza, también resulta vital aclarar, que durante las interacciones entre cuerpos o partículas, las fuerzas se manifiestan

⁵ **González, R. (2002) Perfeccionamiento del sistema de habilidades para la Física del nivel preuniversitario. (Tesis. Doctorado en Ciencias Pedagógicas). Orientaciones metodológicas generales.**

siempre en pares, lo que significa que cada cuerpo ejerce una fuerza sobre el otro y que también son necesarios como mínimo dos cuerpos para que se manifieste la interacción; aspecto que la mayoría de los docentes del preuniversitario analizan con énfasis durante el estudio de la tercera ley del movimiento mecánico de Newton, pero no siempre lo tienen en cuenta durante la resolución de problemas de Física.

Para los profesores de Física del preuniversitario resulta de gran utilidad, antes de introducir la definición del concepto de fuerza, revisar algunas definiciones de esta magnitud de grados anteriores, y otras, que aparecen en otras obras científicas reconocidas, para poder seleccionar la más adecuada para la comprensión de las cualidades de esta importante magnitud física.

En el octavo grado, de la Educación Secundaria Básica, se define el concepto de fuerza de la siguiente manera: “La fuerza es la magnitud física que es causa de la variación del movimiento (en el valor o la dirección de la velocidad) o de la forma de los cuerpos”⁶. Se debe tener en cuenta que en este nivel no se realiza un tratamiento vectorial de las magnitudes que poseen ese carácter, aunque se hace referencia a que tienen módulo, dirección y sentido; por tanto, esta definición tiene limitaciones para lograr los objetivos de la Física del preuniversitario.

En otra de las obras consultadas sobre la Didáctica de la Física se plantea: “Cualquier acción externa sobre un cuerpo, cuyo efecto es sacarlo del reposo, variar el valor de su velocidad, o la dirección de su movimiento, se llama fuerza”⁷.

Además, este propio autor, refleja la manera en que define el concepto de fuerza uno de los clásicos de todos los tiempos, refiriéndose a I. Newton (1686), al expresar: “Una fuerza aplicada es una acción ejercida sobre un cuerpo, a fin de cambiar su estado, o de reposo, o de movimiento uniforme en línea recta”⁸.

⁶ Fiallo, J. [et al]. (2001). **FÍSICA Octavo grado. Fuerza.**

⁷ Valdés, P. [et al]. (2002) **Enseñanza de la Física elemental. Acción externa: fuerza.**

⁸ Newton, I. (1686) **Principios Matemáticos de la Filosofía Natural.** (Apud). Valdés, P. [et al]. (2002). **Enseñanza de la Física elemental. Acción externa: fuerza.**

En el texto básico del décimo grado se define el concepto de fuerza en los siguientes términos: “...la medida de la interacción de los cuerpos, o sea, la acción de un cuerpo sobre el otro... que está estrechamente relacionada con la masa y la aceleración que adquiere el cuerpo sobre el que se actúa”⁹. Esta definición se puede considerar un tanto matematizada, lo cual limita el análisis cualitativo de las interacciones y con ello se produzcan errores, como los antes señalados, cuando los estudiantes realicen los diagramas de fuerzas durante la resolución de problemas.

Por otra parte en el texto de Física del duodécimo grado, en su segunda parte, donde se generaliza el método de fuerzas, se define la fuerza de la manera siguiente: “La fuerza es una magnitud vectorial que mide la interacción entre los cuerpos”¹⁰.

Una vez realizadas estas precisiones en el curso de décimo grado y revisado algunas definiciones del concepto de fuerza, se está en condiciones de introducir dicho concepto, para lo cual se puede realizar una demostración experimental con un carrito de mecánica con resorte al interactuar con un taco de madera fijado sobre la mesa del profesor, donde se debe hacer notar la variación de la velocidad del carrito y la deformación del resorte, a pesar de no variar la velocidad del taco de madera.

Como en este caso se utiliza la vía inductiva para la introducción del concepto de fuerza, que se concreta en la secuencia fenómeno – propiedad – magnitud - relación entre magnitudes, resulta importante que las preguntas que se realicen se ordenen siguiendo esa lógica para que se resalten las cualidades esenciales de la fuerza. Para cumplir ese objetivo se deben introducir variantes donde se cambie la dirección y el sentido de la fuerza sobre el carrito en movimiento, para lo cual se puede utilizar un taco de madera sujetado por la mano del profesor. De este modo, se pueden concretar las operaciones de la definición de conceptos.

⁹ Núñez, J. [et al]. (2008). Física Décimo Grado. Segunda ley: ley de la fuerza.

¹⁰ Sifredo, C. y Hernández, J. L. (2005). Física Duodécimo grado (Parte 2). Introducción.

A partir de este experimento, con sus variantes, y las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas realizadas por el profesor, se puede definir el concepto de fuerza con la generalización del estudiado en octavo grado, de la siguiente manera:

Fuerza: Es una magnitud física vectorial que mide la interacción entre los cuerpos y es causa de la variación de sus estados de movimiento y/o de sus formas.

En tanto, los estudiantes tienen el precedente de la interacción de los cuerpos, de la primera unidad del curso, se puede introducir la ecuación que permite calcular la fuerza resultante que actúa sobre el carrito y sobre el taco fijado en la mesa.

$$\vec{F} = m\Delta\vec{v} / \Delta t \text{ y como } \vec{a} = \Delta\vec{v} / \Delta t \qquad \vec{F} = m\vec{a}$$

Se debe explicar, que en el caso del taco de madera fijo a la mesa, aunque no varía su velocidad en el tiempo ($a = 0 \text{ m/s}^2$), el valor de la fuerza, durante su interacción con el carrito, es el mismo que provoca la variación de la velocidad de éste, ya que cada cuerpo ejerce una fuerza sobre el otro de igual valor cuyas características serán objeto de estudio al analizar la tercera Ley de Newton.

También se debe demostrar que en la expresión para el cálculo de la fuerza resultante están presentes los dos efectos, ya que cuando la sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula, significa que están en equilibrio, y por tanto, la aceleración es cero, lo que genera dos posibilidades: el cuerpo está en reposo relativo o movimiento rectilíneo uniforme.

A partir de la expresión general para el cálculo de la fuerza se introduce su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$), que se llama Newton en honor al notable científico inglés Isaac Newton, quien descubrió las leyes del movimiento mecánico.

Para una total comprensión de la definición del concepto de fuerza, resulta de gran importancia la realización de un análisis metodológico, por partes, para resaltar la significación e

implicaciones que tiene cada uno de los elementos que están explícitos e implícitos en su definición verbal.

El hecho de que constituya una magnitud física vectorial, implica que tiene módulo, dirección y sentido. El módulo es el valor de la fuerza expresado en su unidad de medida, que como se precisó es el Newton, el cual se representa por la letra N. La dirección es aquella en que se aplica la fuerza y puede ser horizontal, vertical, etc. El sentido se relaciona con la dirección pero indica hacia donde apunta la fuerza y puede ser arriba, abajo, izquierda, derecha, etc.

Que la fuerza posea módulo, dirección y sentido, son condiciones necesarias para que sea considerada una magnitud vectorial, pero no suficientes, ya que además, debe cumplir con la regla del polígono para que tenga este carácter.

Para la consolidación del carácter vectorial de la fuerza, se pueden utilizar ejemplos sencillos para explicar la regla del polígono, y luego realizar la siguiente generalización: todas las magnitudes vectoriales, que serán estudiadas en el curso de Física, cumplen con estas características.

Que la fuerza mida la interacción entre los cuerpos, debe ser entendido, porque mientras más intensa sea la interacción, mayor es el módulo de la fuerza y viceversa.

Que la fuerza sea la causa de la variación del estado de movimiento y de la forma de los cuerpos que interactúan, significa que es la causante de que varíe la velocidad de estos y que a la vez se deformen.

Aquí resulta útil analizar, que como la velocidad es también una magnitud vectorial, esa variación puede manifestarse en su módulo, dirección y sentido.

Que la fuerza sea causa de la variación del estado de movimiento o de la forma de los cuerpos significa, que durante las interacciones ocurra uno solo de los dos efectos; es decir, que solamente varíen su velocidad o simplemente se deformen.

“Estos efectos, la deformación y la aceleración correspondiente al cambio de velocidad, nos permiten hallar dos mecanismos para medir las fuerzas. (...) Si aprovechamos el efecto deformable para medirlas, estaremos ante un método estático de medición, y si utilizamos el efecto acelerador, ante un método dinámico”¹¹.

1. El método dinámico (conociendo la masa de un cuerpo y su aceleración, asociada al cambio de velocidad).

2. El estático (mediante la deformación de un resorte del cual cuelga un cuerpo).

Este segundo método posibilitó la construcción del dinamómetro, que es el instrumento utilizado para medir fuerza, con lo cual se hace referencia a la necesidad de tener siempre en cuenta la relación ciencia-tecnología-sociedad, que es una de las exigencias de la enseñanza de la Física contemporánea.

A partir de los precedentes para la introducción del concepto de fuerza y del análisis metodológico realizado, por partes, a su definición verbal se puede resumir lo siguiente:

- Las fuerzas, independientemente de su naturaleza, se calculan multiplicando la masa del cuerpo por su aceleración.
- La fuerza provoca dos efectos fundamentales: la variación de la velocidad en la unidad de tiempo (aceleración) y la deformación de los cuerpos.
- Las fuerzas se manifiestan siempre en pares.
- Las fuerzas intermoleculares son las responsables de mantener la estructura característica del estado condensado de la materia; es decir, de los cuerpos.

Al rebasar la primera etapa en la formación del concepto de fuerza, que culmina con la revelación de sus propiedades esenciales concretadas en su definición verbal, se requiere estudiar los distintos tipos de fuerzas para iniciar el tránsito a la segunda etapa, y al concluir este bloque de conocimientos, se debe comprobar la preparación de los estudiantes en la confección de los

¹¹ Portuondo, R. y Pérez, M. (1983). **Mecánica. Fuerza e interacción de los cuerpos. Medición estática de las fuerzas.**

diagramas de fuerza, para lo cual resulta oportuno indicarles que señalen los pares de fuerzas que se manifiestan entre los cuerpos que interactúan, en casos como los siguientes:

- a) Una esfera que cuelga de un hilo inextensible que pende del techo de una habitación.
- b) Una esfera que cuelga de un hilo inextensible que pende del techo de una habitación, la cual gira describiendo una circunferencia.
- c) Una esfera que cuelga de un resorte que pende del techo de una habitación.
- d) Un bloque de madera que se encuentra sobre una mesa.
- e) Un bloque de madera que se desliza sobre una superficie horizontal rugosa.
- f) Un clavo que es atraído por un imán.

El análisis metodológico, para que los estudiantes lleguen por sí solos a la solución de este sencillo, pero importantísimo ejercicio, debe ser el siguiente:

¿Con qué cuerpos interactúa la esfera? Si no advierten la presencia de la Tierra, entonces el procedimiento continúa como sigue: ¿Si se corta el hilo que le ocurre a la esfera? ¿Por qué?

¿Con qué fuerza tira el hilo de la esfera? ¿Cuál es entonces la fuerza con que tira la esfera del hilo? ¿Dónde están aplicadas estas fuerzas?

¿Cuál es la fuerza con la cual la esfera tira de la tierra?

Es importante hacer notar, en cualquiera de los ejemplos seleccionados, que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo que se estudia son producto de la interacción de este con otros cuerpos y que la variación del estado de movimiento mecánico del cuerpo objeto de estudio (variación de su velocidad durante la unidad de tiempo) es producto a la acción de todas las fuerzas que actúan sobre el mismo (fuerza resultante).

En relación con la fuerza, L. Tarázov y otro (1988) plantean que es uno de los conceptos fundamentales de la Física y presenta un análisis detallado de los errores más frecuentes que comenten los estudiantes al realizar diagramas de fuerzas, y refiere, entre otros aspectos, las características del sistema de cuerpos, la identificación de los pares de acción y reacción, el

punto de aplicación de las fuerzas, la utilización del modelo del punto material y el sistema de coordenadas asociado al sistema de referencia inercial elegido.

La segunda etapa de la formación del concepto de fuerza debe concluir en el décimo grado con la resolución de problemas, en los cuales se apliquen las leyes de Newton, donde se generaliza el concepto y se relaciona con otros, y continúa su enriquecimiento en el duodécimo grado, donde se generaliza el método de fuerzas a todas las interacciones que tienen lugar en la naturaleza.

Sin lugar a dudas, es necesario tener un dominio amplio de la definición del concepto de fuerza y sus implicaciones, ya que es una magnitud que caracteriza una de las dos formulaciones más generales para la solución de los problemas de Física, utilizada por la ciencia y por los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje de la misma, que constituye el método de fuerzas.

Para la aplicación del método de fuerzas, es necesario asumir una concepción general de la resolución de problemas donde este se concrete, si se tiene en cuenta que desde el mismo surgimiento de la civilización, el hombre se enfrenta a la solución de los problemas que se encuentran en su entorno, y que con el desarrollo de la humanidad, ésta ha constituido la actividad fundamental de la ciencia y el principal pivote de su desarrollo, en tanto a partir de hallar solución a los múltiples problemas se han generado nuevos conocimientos, y a partir de estas nuevas tecnologías, eso justifica que se deba tener claridad de una concepción para enseñar a resolver problemas.

En la enseñanza de las ciencias naturales, la resolución de los problemas ya resueltos por la ciencia, tiene una connotación especial para la comprensión de los diferentes fenómenos que tienen lugar en la naturaleza. Dentro de estas ciencias, la Física, en particular, ocupa un lugar especial por su amplia contribución al desarrollo científico y tecnológico de la humanidad.

Por la razón anteriormente expuesta, la resolución de problemas en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha sido ampliamente investigado en Cuba y en el extranjero, entre los

autores más connotados se encuentran: S. L. Rubinstein (1966), M. A. Danilov y otro (1978), W. Jungk (1979), C. Sifredo (1987), A. Labarrere (1988), L. Campistrous y otro (1996), D. Gil y otros (1996), entre otros. Estos han abordado la resolución de problemas desde dos perspectivas: una como método general en cuatro pasos y la otra como estrategia general; sin embargo, toda vez que la resolución de problemas se consigna encabezando los objetivos de cada uno de los programas de Física de la Educación Preuniversitaria, ¿esta podría abordarse como habilidad?, ¿existe alguna teoría que permita estructurarla como tal?

A partir de un estudio de la concepción del Invariante de Habilidad, aportado por H. Fuentes (1989), se pudo estructurar una metodología para la determinación de habilidades generalizadas en cualquier asignatura del nivel preuniversitario por R. González (2002), a partir de la cual se puede conceptuar a la resolución de problemas como una habilidad generalizada, ya que tiene la capacidad de integrar el sistema de habilidades que pretende formar la Física del nivel preuniversitario.

Al ser concebida la resolución de problemas como una habilidad generalizada, se analizaron las definiciones de problemas ofrecidas por todos los autores consultados, que anteriormente fueron citados, y en tanto ninguna de ellas tiene correspondencia con la nueva concepción para la resolución de problemas, que se presenta, fue necesario elaborar una nueva definición.

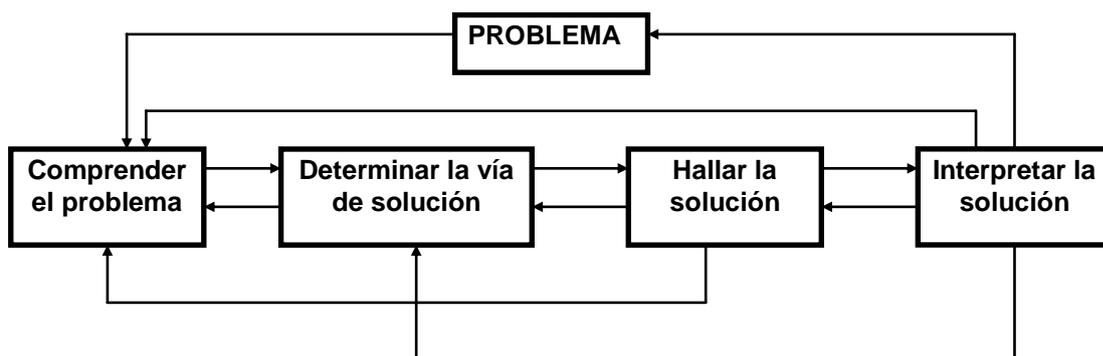
Se define como **problema**, aquella situación en la que se involucra el estudiante, en tanto siente la necesidad de acometerla para satisfacer sus necesidades, motivos e intereses cognoscitivos, y en el proceso para lograrlo, utiliza todos los recursos; es decir, conocimientos, habilidades, métodos, que le permiten alcanzar el objetivo que persigue.

Sin pretender abordar aquí la fundamentación de la referida metodología, para la determinación de habilidades generalizadas, se presentan los pasos lógicos de su aplicación:

- Analizar el modelo del egresado de la educación preuniversitaria.
- Precisar el área de conocimientos donde se ubica la disciplina objeto de análisis.

- Analizar la lógica de la ciencia, a la cual tributa la disciplina docente y cómo es llevada al proceso enseñanza-aprendizaje.
- Determinar la Habilidad Generalizada.
- Valorar cómo el contenido de la disciplina aporta a la formación que la sociedad demanda del bachiller.

De la aplicación de esta metodología, al proceso enseñanza-aprendizaje de la Física del nivel preuniversitario, se determinó como habilidad generalizada del mismo a la **resolución de problemas**, la cual está estructurada por cuatro operaciones generalizadas, y éstas a su vez se descomponen en operaciones, cuyo nivel de sistematicidad es inferior a las anteriores, que constituyen habilidades primarias y elementales. Las operaciones generalizadas que integran la habilidad generalizada coinciden, en lo esencial, con las etapas para resolver un problema que generalmente consideran la mayoría de los investigadores en este campo y son las que aparecen en el siguiente esquema.



La linealidad de las operaciones generalizadas solo es aparente, pues en el proceso de resolución existen retrocesos, retroalimentaciones necesarias, que implican un análisis y un control permanente en todo el proceso para corregir posibles desviaciones que permiten reorientar la solución, si ello fuera necesario.

En consecuencia con la concepción adoptada, la operación generalizada **comprender el problema**, implica que el estudiante debe realizar un análisis semántico del mismo, dada la presencia de datos numéricos o literales explícitos, pero también de otros datos implícitos que

generalmente son literales e inherentes a las características del objeto, por lo cual es imprescindible hacer dibujos donde se modele la situación problemática abordada para determinar con precisión la base de datos que se ofrece, así como la (o las) incógnita(s).

En esta operación, también es necesario representar relaciones aproximadas de dependencias entre magnitudes y mediante su análisis determinar propiedades del objeto, así como los principales nexos y relaciones cualitativos, cuantitativos, lógicos, mecánicos, etc., entre las magnitudes de las cuales depende lo que permitirá hacer conjeturas e hipótesis.

Todo lo descrito demuestra, que comprender el problema, es una premisa indispensable para resolverlo, de ahí la importancia que se le debe conceder al análisis como operación mental lógica.

La operación generalizada, determinar la vía de solución, aún cuando no hay fronteras exactamente definidas entre las operaciones, comienza según criterio del investigador desde el momento en que el estudiante comienza a valorar las propiedades, así como los principales nexos y relaciones entre las magnitudes del objeto, a partir de haber precisado todos los datos e incógnitas, efectuando una síntesis de la situación a la que se enfrenta mediante un análisis cualitativo de la misma.

A partir de lo anterior, estará en condiciones de suponer frente a qué modelo se encuentra, para establecer en este momento la hipótesis, y por tanto, planificar la solución, eligiendo las leyes, principios o ecuaciones a utilizar en la solución, los que debe interpretar físicamente con todo el rigor que la situación exija.

Resulta importante buscar más de una vía de solución para que se seleccione la que se considere correcta, de modo que de no conducir a la solución, entonces el proceso de decisión se repita, pero generalmente esto no ocurre en la enseñanza preuniversitaria.

La operación generalizada **hallar la solución** se inicia cuando el estudiante fundamenta la estrategia planteada, lo que concreta cuando emprende la resolución mediante la vía elegida,

trabaja con las leyes y ecuaciones correspondientes al fenómeno en cuestión (su modelo), y trata de obtener una ecuación general en función de los datos que ofrece el problema, lo cual es posible resolviendo el sistema de ecuaciones.

Una vez que obtiene una ecuación general, en función de todos los datos que ofrece el problema, puede diseñar un experimento, si es necesario o constituye una exigencia. A partir del diseño, monta el experimento y procede a la medición de las magnitudes que se requieran y luego registra y procesa esos datos, lo que le permite construir gráficas como un método eficaz de apoyo durante la realización de experimentos. Con todas estas operaciones realizadas, el estudiante está en condiciones de confirmar o rechazar la hipótesis concebida en el proceso para encontrar la solución.

En la realización de los trabajos de laboratorios, en los objetivos de los programas actuales, los estudiantes en el décimo grado deben montar instalaciones con ayuda del profesor y en el undécimo deben hacerlo de forma independiente, justifica el hecho de que se tenga en cuenta en la resolución de problemas, no sólo la vía teórica sino también la experimental, sin establecer una división entre estos tipos de problemas.

Si se tiene en cuenta que los alumnos diseñan sencillos experimentos en tareas experimentales, que se les asigna en secundaria básica, se justifica la inclusión como operación dentro de la operación generalizada **hallar la solución**, del diseño de aspectos experimentales en el proceso para alcanzar la solución del problema.

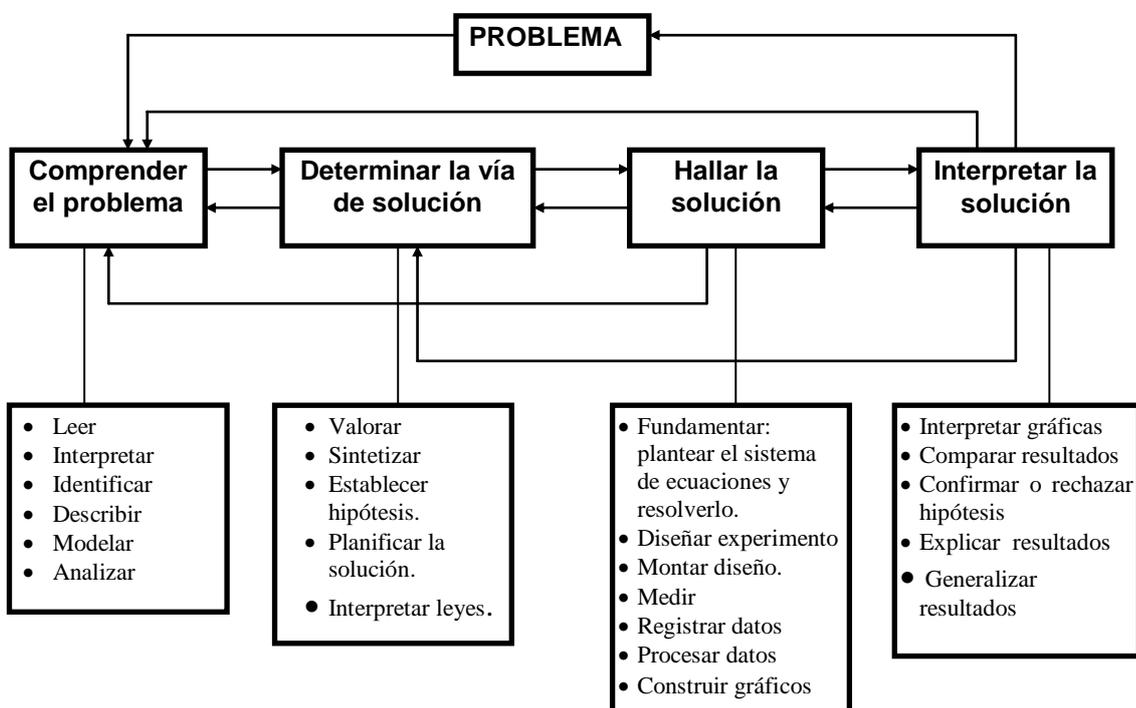
En el proceso de resolución del problema, hay momentos, en que no se poseen algunos datos y para determinarlos los estudiantes deben utilizar algunos dispositivos o instrumentos con los cuales, y fundamentalmente a través de un proceso de medición, deben obtenerlos, para ello es indispensable que asuman algunos elementos para diseñar experimentalmente el fenómeno o proceso involucrado en el problema, para completar el ciclo del conocimiento, donde sea

necesario verificar experimentalmente la solución hallada. Siendo la comparación del resultado del experimento con las predicciones teóricas de gran emotividad para los alumnos.

No siempre es posible diseñar un experimento, lo que depende de las características del problema, pero en el proceso enseñanza-aprendizaje también debe enfrentarse a los estudiantes a estas situaciones, para demostrar la potencia del método hipotético –deductivo en la obtención de generalizaciones del conocimiento científico, lo que constituye una de las exigencias didácticas contemporáneas de dicho proceso.

En la operación generalizada, **interpretar la solución**, la cuestión no solo estriba en analizar dimensionalmente la respuesta, sino valorar si el resultado obtenido (cualitativo o cuantitativo) está en los marcos permisibles del modelo asumido, para lo cual debe interpretar gráficas, comparar el resultado con las características del modelo.

A partir de las operaciones anteriores, está en condiciones de confirmar o rechazar la hipótesis planteada, explicar físicamente el resultado de forma detallada, lo que permitirá generalizarlo en cuanto a aplicaciones prácticas o teóricas se refiere, dejando abierta la posibilidad de plantear nuevos problemas. A partir de esta caracterización realizada, se estructura la resolución de problemas como habilidad generalizada en la Física del nivel preuniversitario:



C. Sifredo (1987), en las orientaciones metodológicas para la resolución de problemas de décimo grado, estructura 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, y entiende el análisis de la solución como el empleo de los métodos analógico y algorítmico para la resolución de problemas de tipo conocido, así como el analítico – sintético y la combinación de esta triada, para situaciones donde el algoritmo de resolución no es conocido. Le conceden gran valor a la estrategia de resolución a través del método de los cuatro pasos.

En relación con los trabajos de V. G. Rasumovsky (1987), se coincide con lo planteado en el ciclo de la creación científica que propone, y su incidencia en el proceso enseñanza- aprendizaje de la Física, la necesidad de los procesos lógicos del pensamiento en la resolución de un problema, (que denomina, métodos fundamentales del pensamiento científico), en el planteamiento de hipótesis y el diseño de experimentos como comprobación irrefutable de las predicciones teóricas, en la necesidad de que una situación concreta conduzca al planteamiento de problemas para desarrollar el pensamiento de los estudiantes, aspecto este último en el cual está implícito el desarrollo de habilidades intelectuales generales y específicas de la Física, sobre cuya base se estructura la resolución de problemas.

Aunque estos aspectos son reconocidos, así como las fases generales que propone por su similitud con las empleadas en el método investigativo, en dichas etapas no se precisan las acciones que debe realizar el alumno. Mientras que en la aplicación del método investigativo, en la denominada investigación dirigida en el proceso enseñanza- aprendizaje de la Física, abordado por D. Gil y otros (1996) y sus colaboradores, se coincide en el planteamiento de enunciados abiertos y el análisis cualitativo de las situaciones planteadas para la emisión de hipótesis y el diseño de estrategias.

En la resolución de problemas, A. Labarrere (1988) consignó como sus etapas: análisis del problema, determinación de la vía de solución, realización de la vía de solución y control del

resultado, y retoma el papel del análisis y el control en todo el proceso de resolución y la concepción de las etapas para estructurar las operaciones generalizadas, aspecto este último que se asume. En este mismo campo, es conocida la propuesta de W. Jungk (1979) que también considera cuatro etapas que denomina: orientación hacia el problema, trabajo con el problema, solución del problema y consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Los trabajos de A. Labarrere y W. Jungk, tienen como esquema básico las etapas propuestas por G. Polya (1966), que es considerado uno de los clásicos de esta línea de investigación, que planteó las siguientes: “comprender el problema, concebir un plan, ejecución del plan y visión retrospectiva”.¹²

L. Campistrous y otro (1996), en sus trabajos, considera que las etapas propuestas por sus colegas en el campo de la Matemática resultan demasiado generales para la mayoría de los alumnos, con lo cual se coincide, y centran su propuesta en las operaciones que debe ejecutar el estudiante, lo cual se ajusta a la concepción de la resolución de problemas como habilidad de un extraordinario nivel de generalización.

Para L. Campistrous y otro (1996), lo esencial es descubrir el procedimiento en acciones para el alumno, incluidas las técnicas que puede utilizar en cada fase, reducen el problema a buscar vías didácticas para que el alumno interiorice el procedimiento y no a dar indicaciones al profesor de cómo dirigir la solución de problemas; es decir, hacen énfasis en el papel protagónico del estudiante, aspecto que en la actualidad se le concede una especial importancia y debe ser tenido en cuenta.

Las fases que considera L. Campistrous y otro (1996), en términos de acciones del estudiante están relacionadas con: 1) ¿Qué dice?, 2) ¿Puedo decirlo de otra forma?, 3) ¿Cómo lo puedo resolver?, y 4) ¿Es correcto lo que hice? ¿Existe otra vía? ¿Para qué otra cosa sirve? Las dos primeras fases del procedimiento se corresponden con la orientación, la tercera con la ejecución,

¹² Polya G. (1966). *Cómo plantear y resolver problemas*. (Apud). Campistrous, L. y Rizo, C. (1996). *Aprende a resolver problemas aritméticos. Procedimiento generalizado para la solución de problemas*.

y la cuarta con el control de la actividad, según declaran los propios autores, pero tiene la limitante que está concebida para resolver solamente problemas aritméticos.

La novedad de esta investigación, en lo concerniente a la resolución de problemas, consiste en primer lugar, en considerarla como una habilidad de un elevado nivel de sistematicidad, y en consecuencia, establecer 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 son de mayor nivel de sistematicidad, que las operaciones que las integran, que a su vez constituyen habilidades primarias y elementales, de acuerdo con lo aportado por la concepción del Invariante de Habilidad.

En la estructuración operacional de la resolución de problemas se prestó especial atención a las habilidades lógicas en su relación y otras propias de la Física, necesarias para la resolución de cualquier problema, entre las que se encuentran las habilidades que conforman el sistema esencial que la Física de preuniversitario contribuye a desarrollar en los alumnos de este nivel; es decir, que centra la atención en las operaciones que debe realizar el estudiante, pero en término de habilidades.

Otro elemento novedoso lo constituye la propia determinación de la resolución de problemas como habilidad generalizada de la Física preuniversitario, a partir de los elementos que fueron tomados de la concepción del Invariante de Habilidad y su enlace con las tendencias actuales de la enseñanza de las ciencias y en particular de la Física, a través del modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas.

Una vez que se fundamentan las interacciones que tienen lugar en la naturaleza, la definición del concepto de fuerza con sus implicaciones, se estructura y asume la resolución de problemas como habilidad generalizada, se explica como se puede concretar la generalización del método de fuerzas, el cual se expresa a continuación:

1. Lectura y análisis detenido del problema, para extraer los datos y organizarlos en un mismo sistema de unidades.
2. Realizar el diagrama de fuerzas actuantes sobre el cuerpo o cuerpos cuyo movimiento es necesario estudiar.
3. Plantear la segunda Ley de Newton en forma vectorial.
4. Elegir un sistema de referencia, orientando un eje de coordenadas en la dirección del movimiento, en caso de que este sea rectilíneo; y en el sentido de la aceleración centrípeta en caso de que este sea curvilíneo. El otro eje se adopta perpendicular al primero.
5. Proyectar los vectores fuerzas sobre los ejes de coordenadas.
6. Plantear la segunda ley de Newton en función de las proyecciones para cada eje (Aplicar primero en la dirección del movimiento).
7. Analizar la situación física y plantear las ecuaciones adicionales necesarias para resolver el problema.
8. Resolver los sistemas de ecuaciones, si es necesario, y efectuar las sustituciones necesarias.
9. Analizar físicamente la veracidad de los resultados obtenidos, según la lógica del problema planteado.

Las recomendaciones para los docentes de Física de preuniversitario, al abordar el concepto fuerza y su método generalizado en la solución de problemas como habilidad generalizada son:

- Profundizar en el estudio de las interacciones en la naturaleza y su caracterización cuantitativa mediante la fuerza y la energía como magnitudes fundamentales.
- Realizar un tratamiento metodológico, por partes, de la definición del concepto de fuerza, donde resulta de gran importancia la adecuada sistematización de los aspectos puntuales señalados como parte esencial de los conocimientos precedentes que sirven de base para su introducción, así como las etapas para la formación de conceptos que se aborda, como lógica necesaria para propiciar elevados niveles de aprendizaje en los estudiantes.

- El análisis semántico de la definición del concepto de fuerza, por partes, resulta necesario para desentrañar las cualidades esenciales de esta magnitud, debido a la trascendencia que tiene en el curso de Física del nivel preuniversitario, por ser una de las fundamentales que caracteriza el estado de movimiento de los cuerpos durante las interacciones y constituir la base del método de fuerzas, que junto al de las leyes de conservación se erigen como los dos más generales de la Física.
- La lógica seguida, en el tratamiento del concepto de fuerza, puede ser generalizada al resto de los conceptos fundamentales que se abordan en la Física del décimo grado con la plena convicción de buscar la definición más completa dentro de los marcos del nivel matemático del preuniversitario, que no siempre resulta la que aparece en el texto básico del grado, con lo cual se rompe con los esquemas y formalismos en la enseñanza de esta ciencia, que tiene una contribución relevante a la concepción científica del mundo de los estudiantes.
- Asumir la concepción de la resolución de problemas como habilidad generalizada para la concreción del método de fuerzas en la aplicación de las leyes de la dinámica de Newton y el principio de superposición para la fuerza, que permite enfocar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física en el desarrollo de las habilidades, que el programa de esta disciplina pretende formar en los estudiantes, aunque no se descarta la utilización de otros enfoques.
- El estudio, en profundidad de las interacciones basado en la fuerza, permite una adecuada descripción, interpretación y explicación de las características de movimientos mecánicos tales como: movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente variado y movimiento circular uniforme, atendiendo a la causa del cambio de su estado de movimiento.
- La generalización del concepto de fuerza y la concreción del método, que lo sustenta en la resolución de problemas, contribuye a la formación en los estudiantes de una concepción materialista dialéctica del mundo, una educación político – ideológica a través de relación ciencia – tecnología - sociedad en correspondencia con la política científica del país, y una

actitud positiva ante el trabajo, concretada en valores morales tales como: la laboriosidad, la disciplina, la honradez y la solidaridad, en correspondencia con los principios de la sociedad que se construye.

- La educación científica requiere del empleo de la resolución de problemas con la utilización de diferentes formulaciones, sin esquematismos, pero que implique generalizar los métodos universales de la Física para evitar una enseñanza por casos y se puedan lograr las exigencias planteadas en los objetivos de los programas de esta disciplina.

Los resultados de esta investigación se han socializado con los docentes de Física del municipio Colombia, mediante cursos de postgrado y talleres científico – metodológicos y su presentación en eventos científicos a diferentes niveles; además, su introducción en la práctica pedagógica ha tenido resultados relevantes en la preparación de estudiantes de 12º grado para la realización de los exámenes estatales que exige esa educación, así como en las clases de los grados 10mo y 11no, y en la preparación de alumnos que participan en concursos y olimpiadas de Física.

CONCLUSIONES.

Las conclusiones del trabajo que se presentan son:

- ❖ En tanto la causa fundamental, que afecta la solución de problemas mediante el método generalizado de fuerzas, es la formación del concepto fuerza, se sugiere la necesidad de abordar en detalle, en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física del nivel preuniversitario, las dos etapas propuestas por A. I. Bugaev (1989), que incluyen la definición verbal y la aplicación práctica del concepto, para lo cual se ejemplifica un análisis de la definición del concepto de fuerza y varios ejercicios tipos que se requieren para perfeccionar los diagramas de fuerzas, de modo que los estudiantes puedan lograr la generalización del método.

- ❖ Los diferentes enfoques para el abordaje de la solución de problemas de física, en el nivel preuniversitario, posibilitan concretar el método generalizado de fuerzas en la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia, de modo que cumpla con las exigencias de la educación científica contemporánea, siendo de gran utilidad en este análisis el enfoque que considera a la resolución de problemas como habilidad generalizada.
- ❖ La resolución de problemas como habilidad generalizada constituye en sí misma un sistema de habilidades, porque tiene la capacidad de integrar otras de menor nivel de sistematicidad, que con su apropiación, por parte del estudiante, posibilitan ascender de lo simple a lo complejo y solucionar múltiples problemas particulares y otras de mayor nivel de generalización, además, tiene en cuenta la solución, tanto de problemas teóricos, como experimentales y por tanto es una concepción que unifica esos dos criterios, a diferencia de otras que especifican una estructura para cada tipo de problema.
- ❖ Las sugerencias ofrecidas para la aplicación del método generalizado de fuerzas, en situaciones donde los cuerpos o partículas se mueven por trayectorias rectilíneas o curvilíneas, resultan de gran importancia y trascendencia para su aplicación en cualquiera de los campos de fuerza que existen en la naturaleza y tiene una contribución extraordinaria a la formación de la concepción científica del mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Campistrous, L. y Rizo, C. (1996). Aprende a resolver problemas aritméticos. 1ª ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:103. ISBN: 9591304706.
2. Danilov, M. A. y Skatkin, M. N. (1978). Didáctica de la escuela media. 1ª ed. Ciudad de la Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:366.
3. Fiallo, J. [et al]. (2001). FÍSICA Octavo grado. 1a. ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:325. ISBN: 9591305060.

4. Fuentes, H. (1989). Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la disciplina Física para estudiantes de Ciencias Técnicas. (Tesis. Doctorado en Ciencias Pedagógicas). Santiago de Cuba. Universidad de Oriente.
5. Gil, D. [et al]. (1996). Temas escogidos de la Didáctica de la Física. 1ª ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:122. ISBN: 9789591304377.
6. Jungk, W. (1979). Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la Matemática 2. (1ª parte). 3ª ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:88.
7. Labarrere, A. (1988). Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas. 1ª ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:52.
8. Rasumovski, V. G. (1987). Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza de la Física. 1ª ed. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:263.
9. Rubinstein, S. L. (1966). El proceso del pensamiento. 1ª ed. La Habana: Editora Universitaria. Pág.:398.
10. Sifredo, C. y González, E. (1987). Orientaciones metodológicas para la solución de problemas. Física décimo grado. 1ª ed. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación. Pág.:514.
11. Tarázov, L. y Tarázova, A. (1988). Preguntas y problemas de Física. 1ª ed. Moscú: Editorial Mir. Pág.:245. ISBN: 503006052.

BIBLIOGRAFÍA.

1. CUBA. MINED. Programa de Física (2006). En: Programas. DÉCIMO GRADO. Educación Preuniversitaria. Primer Año. Educación Técnica y Profesional. (p. 44-84). Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. Pág.:369.

2. González, R. ¿Cómo caracterizar las interacciones entre los cuerpos mediante la fuerza?
Publicado en REDIPE (Red Iberoamericana de Pedagogía), en el Boletín número 807 con ISSN 22561536, correspondiente a Mayo 23 de 2012 en 187 el sitio:
boredipe@rediberoamericanadepedagogia.com – www.redipe.org
3. González, R. y González, E. (2016). Concepción didáctica para la sistematización de habilidades en la educación preuniversitaria. Su concreción en la Física. 1ª. ed. Las Tunas. Editora Académica Universitaria. Pág.:205. ISBN: 978-959-7225-06-5.
4. González, R. y Ramírez, L. A. Metodología para determinar una habilidad generalizadora en la Física del preuniversitario. Las Tunas: Revista Didasc@lia. Didáctica y Educación. ISSN 22242643, 2010.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. Ramón Rubén González Nápoles. Doctor en Ciencias Pedagógicas y Licenciado en Física y Astronomía. Coordinador del Proceso de Acreditación Institucional en el Centro Universitario Municipal (CUM) de Colombia, Las Tunas. Especialista en Didáctica de la Física, Presidente del tribunal de Didáctica de la Matemática y la Física, para el mínimo de Candidato a Doctor en esa especialidad. Miembro del tribunal de Física, de la Universidad de Las Tunas, para cambios de categoría de Profesor Auxiliar y Titular. Profesor Titular. Miembro de la Asociación de Pedagogos de Cuba. Correo electrónico: ramongn@ult.edu.cu

2. Ermis González Pérez. Doctor en Ciencias Pedagógicas y Licenciado en Física y Electrónica. Jefe de Departamento de Desarrollo Local en el CUM de Colombia, Las Tunas. Categoría docente de Asistente. Miembro de la Asociación de Pedagogos de Cuba. Correo electrónico: ermisgp@ult.edu.cu

3. **Yusmil Carmenates Romero**. Máster en Ciencias de la Educación y Licenciado en Física y Electrónica. Coordinador de la formación del profesional en el CUM de Colombia, Las Tunas. Cursa el segundo año del Doctorado Curricular Colaborativo en la Universidad de Las Tunas. Coordinador de la Asociación de Pedagogos de Cuba en el municipio y ostenta la categoría docente de Asistente. Correo electrónico: yusmilcr@ult.edu.cu

RECIBIDO: 4 de enero del 2017.

APROBADO: 29 de enero del 2017.