

Método generalizado para la comprensión de problemas de Física



Ramón Rubén González Nápoles¹, Segifredo Luis González Bello¹

¹Departamento de Matemática - Física, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, Calle 108 No. 29F08 e/ 29E y 29F, Ciudad Escolar Libertad, Marianao CP 11400, La Habana.

E-mail: ramonrubengn@gmail.com

(Recibido el 22 de agosto de 2025, aceptado el 31 de octubre de 2025)

Resumen

La mayoría de las fuentes consultadas coinciden en que lograr la comprensión de problemas de Física, como primera etapa del proceso de resolución, significa anticipar un porcentaje de su solución, pero en esos trabajos se revela insuficiente tratamiento didáctico a la caracterización de las interacciones entre los cuerpos o partículas que conforman los sistemas físicos y su integración con elementos de la modelación. El objetivo del estudio es proponer un método generalizado para la comprensión de problemas de Física, que integra ambos recursos, y utiliza preguntas orientadoras que posibilitan utilizar la modelación como proceso de control, durante la comprensión de problemas. Se utilizó una metodología interpretativa, basada en la explicación de los aspectos esenciales que caracterizan las interacciones, y la identificación de elementos de la modelación y sus relaciones, que favorece el control. En el resultado se describen los procedimientos del método generalizado y su exemplificación, que contribuyen a utilizar estos recursos didácticos en la formación de profesores de Física.

Palabras clave: Método generalizado, Comprensión de problemas, Enseñanza de la Física, Formación de profesores de Física.

Abstract

Most of the sources consulted agree that achieving an understanding of physics problems, as the first stage of the resolution process, means anticipating a percentage of their solution, but these works reveal insufficient didactic treatment of the characterization of the interactions between the bodies or particles that make up the physical systems and their integration with modeling elements. The objective of the study is to propose a generalized method for understanding physics problems, which integrates both resources, and uses guiding questions that make it possible to use modeling as a control process, during the understanding of problems. An interpretative methodology was used, based on the explanation of the essential aspects that characterize the interactions, and the identification of modeling elements and their relationships, which favors control. The result describes the procedures of the generalized methods and its exemplification, which contribute to using these teaching resources in the training of physics teachers.

Keywords: Physics teaching methods, Understanding of problems, Physics education, Physics teacher training.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de resolución de problemas en la enseñanza aprendizaje de la Física, ha sido investigado significativamente [1, 2, 3, 4, 5, 6], no obstante, se continúan manifestando insuficiencias en ese complejo proceso, que motivan a profesores e investigadores a profundizar en el tema.

En la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV) de La Habana se constató que, en la formación de profesores, con énfasis en el segundo año de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Física, los estudiantes manifiestan insuficiencias en la estrategia general para la resolución de problemas en:

- La modelación de la situación física.
- La identificación de conceptos explícitos e implícitos.
- La precisión del sistema físico y sus fronteras.
- La caracterización del sistema físico mediante las cualidades esenciales del fenómeno que se estudia, y/o magnitudes que conducen al empleo de los métodos más generales de la resolución de problemas.
- El planteamiento de preguntas, hipótesis o conjjeturas, sobre la base del modelo físico presente en la situación objeto de estudio.

Dada la importancia que los investigadores le confieren a la comprensión del problema, como primera etapa del proceso de resolución, se consultaron trabajos que estudiaron esta etapa [7,8].

Un análisis cienciométrico sobre la resolución de problemas de Física, realizado en Scopus en el período 2009-2023, evidenció que investigaciones precedentes destacan la importancia de algunas aristas aisladas de la modelación, pero se revela insuficiente tratamiento didáctico en la integración de la caracterización de las interacciones mediante magnitudes fundamentales y diferentes recursos de la modelación que se pueden emplear con eficiencia, como proceso de control, en la comprensión de problemas.

Algunos investigadores consideran necesario hacer estudios cualitativos en las situaciones objeto de estudio presentes en un problema [9]. Esta premisa apunta a la necesidad de atender la formación de conceptos de Física en el proceso de resolución de problemas [10, 11, 12].

Lo señalado puede minimizar la incorrecta matematización de la disciplina Física General, que arrastra el estudiante del nivel preuniversitario, a su ingreso a la carrera referida.

En el programa de Mecánica [13] de la carrera, se incluyen los temas: Descripción del movimiento mecánico e interacciones en la naturaleza, que abarca el estudio de los tipos de movimientos mecánicos y las leyes de Newton.

Como bibliografía básica, el programa recomienda textos de elevado nivel profesional y didáctico [14, 15], con aplicaciones del movimiento mecánico y las leyes de Newton basado en la resolución de problemas, y consideran de gran valor la identificación de conceptos relevantes y la modelación durante la comprensión de problemas.

En relación con la formación de conceptos, en [10] se considera que este proceso posee dos etapas: la primera asociada a la revelación de las propiedades cualitativas y cuantitativas de los fenómenos, que debe concluir con la definición verbal del concepto, mientras que la segunda está asociada a establecer relaciones con otros conceptos en su aplicación a la resolución de problemas.

En ese trabajo [10], los autores consideran que la formación o no de un concepto, se logra mediante la resolución de problemas, por esta razón se presta atención a la primera etapa de este proceso, que es crucial en el éxito de la solución y se enfatiza en el empleo de la modelación [16, 17], como un recurso para la comprensión de un problema.

Como el fin es el empleo de la modelación como control en la etapa de la comprensión del problema, se valora cuál debe ser la frontera más adecuada a asumir para la etapa, porque no hay coincidencia en el número de etapas, ni en los límites entre esta primera etapa y la referida a hallar la(s) vía(s) de solución del problema, en tanto, esas fronteras no están claramente definidas.

El problema en torno a la determinación de los momentos de la solución, es una cuestión compleja, que guarda relación con los componentes de la actividad cognitiva humana: la orientación, ejecución y control [18], razón por la cual los investigadores consultados no establecen el mismo número de etapas en la estrategia general de resolución de problemas.

El objetivo del estudio es la propuesta de un método generalizado, que integra la caracterización de las interacciones mediante magnitudes fundamentales con la

modelación y utiliza preguntas orientadoras que posibilitan utilizar esta última como proceso de control, durante la comprensión de problemas.

II. METODOS Y MATERIALES

Se utilizó una metodología interpretativa, basada en la identificación de elementos de la modelación y sus relaciones, que favorece el control en la comprensión de problemas de Física.

Desde el punto de vista didáctico, es relevante tener en cuenta los componentes de un problema [15]: el contenido, los datos, las incógnitas y las condiciones, los procedimientos de los métodos más generales de la resolución de problemas de Física, así como el papel de los conceptos y modelos que se estudian en la asignatura Mecánica y el empleo de presupuestos hipotéticos en el camino a suponer la(s) posible(s) vía(s) de solución de un problema.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sintetizados se dirigen hacia la explicación de los procedimientos del método, que contribuyen a utilizar estos recursos didácticos en la formación de profesores de Física, y a su exemplificación. Primero los autores se centran en la explicación de los procedimientos a partir de los componentes de un problema y las posibles vías de solución, que están asociados a la manera de concebir de la forma más general el contenido de la primera etapa de cualquier problema y la frontera que se asume [3].

Los elementos reconocidos de esa primera etapa de resolución son:

- El análisis en la comprensión del problema.
- La diferenciación de los componentes del problema: el contenido, sus datos, condiciones e incógnitas (o exigencias).
- La modelación en la precisión de los componentes del problema.
- La determinación de los principales nexos y relaciones cualitativas, cuantitativas, lógicas, históricas, mecánicas, que existe entre los elementos de las condiciones del problema, la relación entre éstos y la exigencia planteada.
- Emisión de supuestos hipotéticos.
- El hallazgo de problemas derivados o subproblemas que se incluyen en el problema original, las contradicciones y consecuencias.
- La concepción, de manera anticipada de la(s) vía(s) de solución.

Sobre la base del contenido de esta primera etapa del proceso de resolución de problemas, se orienta el modo de actuación del estudiante. En la comprensión del problema, utiliza los procesos de análisis-síntesis, modelación, abstracción y concreción, entre otros, y precisa los componentes del problema en una primera aproximación.

Para profundizar en la precisión de los componentes del problema, modela el fenómeno físico descrito con la utilización de dibujos, esquemas o cualquier otro recurso, pero se debe orientar sobre la base de preguntas que lo guíen.

Una primera pregunta clave sería, ¿Qué se modela en un problema de Física?

Se modela la realidad sionatural, en tanto, los problemas de Física son extraídos de esa realidad, de los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza y en la sociedad, de modo que las interacciones que se manifiestan son reales.

Una segunda interrogante que orienta la comprensión del problema es: ¿Para qué se modela?

En un primer momento de la modelación se profundiza en el dominio de los conceptos físicos que aparecen en el problema [12], tanto explícitos como implícitos y de las cualidades esenciales del fenómeno, para promover el análisis cualitativo como elemento fundamental en la comprensión de un problema.

Un segundo momento de la modelación es, precisar el sistema físico y delimitar sus fronteras, así como el sistema de referencia.

Un tercer momento en la modelación es caracterizar el sistema físico, con la utilización de dos vías: la primera de ellas mediante las cualidades esenciales del fenómeno que se examina en el problema y la segunda, mediante las interacciones que tienen lugar entre los componentes del sistema (cuerpos o partículas). Este análisis posibilita la revelación del modelo físico y la evaluación de sus cualidades esenciales, restricciones y aproximaciones.

Las interacciones fundamentales entre los cuerpos o partículas, que se manifiestan en la naturaleza son: gravitacionales, electromagnéticas, nucleares débiles y nucleares fuertes, que se caracterizan, fundamentalmente mediante la fuerza y la energía y por el estado de movimiento de los cuerpos.

Los conceptos de fuerza y energía tienen una importancia cardinal para la Física, por su relación con los métodos teóricos más generales del proceso de resolución de problemas: el método generalizado de fuerzas [3, 13] y el de las leyes de conservación. El otro método general que se utiliza es el experimental, donde se combinan los métodos teóricos con el proceso de medición de magnitudes físicas.

Los procedimientos de estos métodos generales para la resolución de problemas de Física, resultan decisivos en la comprensión de un problema, así como en la determinación de los principales nexos y relaciones entre los elementos de las condiciones del problema y su relación con las incógnitas.

La concreción de los tres momentos de la modelación, posibilita la emisión de supuestos hipotéticos para orientar la(s) posible(s) vía(s) de solución y evaluar problemas auxiliares, como máxima expresión de la comprensión del problema.

Una tercera interrogante que orienta la comprensión de un problema de Física es: ¿Cómo se puede pasar de la modelación al hallazgo de la (s) posible (s) vía (s) de solución?

El estudiante debe precisar el modelo físico de que se trate y establecer relaciones cualitativas entre los conceptos y magnitudes físicas que caracterizan el modelo, para luego establecer relaciones cuantitativas que constituyen principios o leyes de la física y se apoya en los elementos de teorías que sean necesarios. Este es el momento preciso para elegir la(s) posible(s) vía(s) de solución, hallar problemas derivados y consecuencias teóricas.

A continuación, se describen los procedimientos del método generalizado propuesto, basados en la utilización de la caracterización de las interacciones y la modelación como proceso de control, que se obtuvieron como síntesis de las respuestas a las tres interrogantes antes analizadas:

- Analizar el problema como un todo.
- Identificar los conceptos explícitos e implícitos.
- Identificar las(s) incógnita (s) que debe hallar o sus relaciones.
- Analizar las condiciones exigidas en el problema.
- Modelar la situación objeto de estudio a partir del empleo de figuras de análisis, bocetos, gráficos, un experimento u otros recursos.
- Caracterizar el fenómeno físico y/o las interacciones presentes en la situación física.
- Delimitar el sistema físico y sus fronteras.
- Analizar las relaciones cualitativas y/o cuantitativas entre los conceptos y magnitudes, para penetrar en la esencia física del fenómeno físico.
- Revelar el modelo físico, sus cualidades, aproximaciones y límites de validez.
- Establecer relaciones cualitativas y/o cuantitativas entre los conceptos y magnitudes.
- Fundamentar preguntas, conjjeturas, o hipótesis que guíen el proceso de comprensión.
- Analizar las posibles relaciones entre los datos y las incógnitas, a partir de las condiciones del problema, para su establecimiento.
- Seleccionar el concepto, principio, ley o elementos de teorías; necesarios que oriente la solución del problema.
- Prever la selección, al menos, de una vía de solución.
- Analizar consecuencias, si se cambian las condiciones del problema.

Los procedimientos del método generalizado propuesto introducen mejoras en la comprensión de problemas de Física, en la formación de profesores en la UCPEJV.

El empleo de problemas que obligan a utilizar la modelación, así como el análisis de los conceptos y modelos físicos involucrados, como recursos esenciales en la comprensión de problemas de Física, mostró un desarrollo cualitativo y cuantitativo superior durante el segundo año de la carrera.

A continuación, se exponen algunos ejemplos de problemas donde se aplica el método generalizado para la comprensión de problemas de Física, con algunas explicaciones generales que favorecen su solución.

Ejemplo 1.

Un proyectil es lanzado con una velocidad de 20 m/s y un ángulo de 60°. Un instante después es lanzado un segundo proyectil con la misma velocidad y un ángulo de 45°, que alcanza al primero un tiempo t después de ser

lanzado el primero. Determine el instante de tiempo que transcurre entre los lanzamientos de ambos proyectiles.

Del análisis del problema, se pueden obtener de manera directa los ángulos con que son lanzados ambos proyectiles y su velocidad inicial y se sabe, además, que el tiempo t que demora el primer proyectil en ser alcanzado por el segundo es una incógnita y resulta complejo para el estudiante deducir de las condiciones del problema, el tiempo que emplea este último en alcanzar al primer proyectil: $(t - \Delta t)$, es decir, debe comprender que utiliza menos tiempo que el primero, porque es disparado un instante después de éste.

Un elemento clave para poder hallar la solución de este problema complejo es que, el primer proyectil emplea un tiempo t para llegar al punto donde el segundo lo alcanza, pero este último emplea menos tiempo que el primero que, es el instante que se pide hallar, esto es $(t - \Delta t)$.

En el tiempo que emplea el segundo proyectil en alcanzar el primero, el instante de tiempo Δt , es la incógnita buscada. Con esos elementos, la modelación debe representar las parábolas que describen ambos proyectiles y el punto en que el segundo proyectil, alcanza al primero (Fig. 1).

Un aspecto importante es que, con un ángulo de 45° se logra el máximo alcance, razón por la cual ocurre lo descrito.

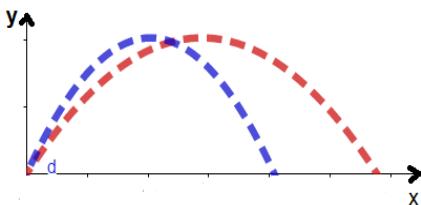


FIGURA 1. Trayectoria de los proyectiles. Fuente: Elaboración propia.

Como se trata del movimiento de proyectiles en el plano, debe valorar el modelo físico que está presente en esta situación, de modo se debe despreciar la resistencia del aire y precisar que posee movimiento rectilíneo uniforme (MRU) en la dirección horizontal y movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) en la dirección vertical con la aceleración de la gravedad ($-g$).

El valor negativo de la aceleración de la gravedad, se debe a que el sistema de referencia inercial está ubicado en la Tierra y como se trata de un movimiento en el plano, se utiliza un sistema de dos coordenadas donde el eje de la dirección vertical, apunta hacia arriba, mientras la aceleración del proyectil está en el sentido hacia la Tierra, tanto, cuando sube como cuando baja.

Cuando el segundo proyectil alcanza al primero, eso quiere decir que ocupan la misma posición, pero como se trata de un movimiento en el plano, las coordenadas en cada dirección (horizontal y vertical) son iguales, que resulta la condición de solución del problema, esto es: $X_1 = X_2$, mientras que: $y_1 = y_2$.

Como en la dirección horizontal, el movimiento de ambos proyectiles es MRU, se plantea:

$$v_0 t \cos \theta_1 = v_0 (t - \Delta t) \cos \theta_2. \quad (1)$$

En la dirección vertical, como es un MRUV, se tiene que:

$$v_0 t \sin \theta_1 - \frac{gt^2}{2} = v_0 (t - \Delta t) \sin \theta_2 - \frac{g(t - \Delta t)^2}{2}. \quad (2)$$

A partir de las condiciones del problema, se pueden establecer relaciones cuantitativas entre las magnitudes involucradas en el modelo matemático del MRU y el MRUV, después precisar los datos e incógnitas, se pueden prever las variantes de solución donde empleen los procedimientos del álgebra para poner una incógnita en función de la otra. En este caso específico, debe poner t en función de Δt , porque esta última es la incógnita buscada.

Una manera sencilla de hacerlo es despejando t en la ecuación (1) y luego sustituir el resultado en la ecuación (2), de modo que la integración de las ecuaciones en las direcciones horizontal y vertical, quedan en función de Δt , y de esta manera sigue orientando la posible solución, donde se evidencia cómo las condiciones del problema y sus relaciones con los datos e incógnitas, resultan cruciales en el análisis para encontrar la(s) posible(s) vía(s) de solución y evaluar casos límites.

Este primer ejemplo, ilustra un caso donde se caracteriza el fenómeno físico de la situación objeto de estudio, mediante sus propiedades cualitativas y cuantitativas, en tanto, en cinemática no se atiende la causa de la variación del estado de movimiento, es decir, las fuerzas que caracterizan las interacciones presentes en el sistema físico que se precisa.

Ejemplo 2.

Un cuerpo de masa 0,2 kg que cuelga del techo de una habitación, mediante un hilo que forma un ángulo de 45° con la vertical, describe una circunferencia horizontal de radio 0,4 m. Determine la tensión en la cuerda y la frecuencia de giro.

Del análisis, se puede identificar de manera explícita, la masa, el ángulo que forma la cuerda y el radio de la trayectoria que describe el cuerpo, así como las incógnitas; pero resulta complejo para el estudiante advertir el plano horizontal en el que el cuerpo describe la circunferencia, de modo que necesita representar la situación en la Fig. 2.

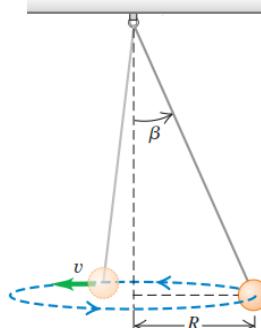


FIGURA 2. Circunferencia descrita por el cuerpo. Fuente: H.D. Young y R. A. Freedman [14], p. 156.

Al caracterizar el fenómeno físico debe percatarse que como el ángulo no varía, tampoco cambia el radio de la trayectoria y el módulo de la velocidad lineal, tangente a la

trayectoria, se mantiene constante, por lo cual se trata de un movimiento circular uniforme (MCU), de modo que la fuerza resultante apunta hacia el centro de la trayectoria que describe el cuerpo.

Una incógnita es la tensión del hilo, debe considerar que éste es inextensible y de masa despreciable, además que el cuerpo solamente interactúa con la Tierra y el hilo, con lo cual queda delimitado el sistema físico y sus fronteras.

Debido a la interacción con el hilo, sobre el cuerpo actúa la tensión de la cuerda; mientras que, en su interacción con la Tierra, sobre el cuerpo, también, actúa la fuerza de gravedad, de modo que puede caracterizar las interacciones mediante las fuerzas.

Como se trata de un MCU, la resultante de todas las fuerzas que se manifiestan en la interacción, apuntan hacia el centro de la circunferencia (fuerza centrípeta) y de acuerdo con el método generalizado de fuerzas el diagrama del cuerpo libre, se muestra en la Fig. 3.

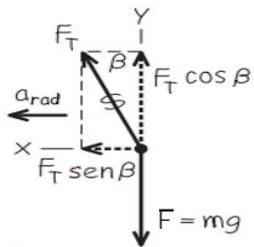


FIGURA 3. Diagrama de cuerpo libre. Fuente: H.D. Young y R. A. Freedman [14], p. 156.

Para realizar el diagrama de cuerpo libre es necesario entrenar a los estudiantes en señalar los pares de fuerzas durante las interacciones, entre cuerpos o partículas, de acuerdo con la Tercera Ley de Newton.

En el MCU la aceleración centrípeta es constante y se relaciona de modo especial con el radio de trayectoria y la velocidad angular, por tanto, como se trata de un movimiento cíclico se puede relacionar con la frecuencia angular y el período.

Puede formular preguntas orientadoras: ¿Será posible determinar la tensión del hilo si no se conoce la masa del cuerpo?, ¿Cómo determinar la fuerza resultante?, ¿Cómo determinar la frecuencia?, lo cual es consecuencia del análisis de las posibles relaciones entre los datos y las incógnitas, a partir de las condiciones del problema.

Cuando llega este momento está en condiciones de plantear la Segunda Ley de Newton para hallar la solución del problema, aplicando los procedimientos del método generalizado de fuerzas y prever, al menos, una vía de solución, de modo que evalúe lo que puede suceder si el ángulo que forma la cuerda fuera diferente, si se cambiara la masa del cuerpo. En este ejemplo se caracterizan las interacciones mediante las fuerzas.

IV. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo del estudio, al hacer una propuesta de un método generalizado para la comprensión de

problemas de Física, que permite integrar la utilización de la caracterización de las interacciones y la modelación, con la utilización de esta última como proceso de control, durante la comprensión de problemas.

El método generalizado para la comprensión de problemas de Física que fue utilizado con los estudiantes de la carrera profesoral de Física, se caracteriza por:

Apoyarse en la formación de conceptos como recurso de inestimable valor para profundizar en el análisis cualitativo de las interacciones, integrado con la modelación y orientar su despliegue mediante las preguntas: ¿qué se modela?; ¿para qué se modela? y ¿cómo se pasa de la modelación a las posibles vías de solución?

Los resultados obtenidos en la aplicación de este método, con los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Física, evidencian la potencia del análisis cualitativo de las interacciones y la modelación como proceso de control en la comprensión de problemas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. C. Francisco Luis Pedroso Camejo, coordinador de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Física, por el apoyo ofrecido en el Proyecto de investigación que dirige.

REFERENCIAS

- [1] Picos, L. J., Cuador, J. Q y Martínez de Osaba, C. R., *La Resolución de Problemas en Física Clasificados por Niveles de Complejidad: Una Experiencia*, Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias **18**, 577-590 (2022).
- [2] Guisasola, J., Suka, K., Garmendia, M. & Barragués, J. I., *Resolver ejercicios no es fácil. El papel de la metodología científica en la resolución de problemas de física*, Revista Brasileira de Ensino de Física **37**, 3508-3508.5 (2015).
- [3] González Nápoles, R. R., González Pérez, E. y Carmenates Romero, Y., *El método generalizado de fuerzas en la resolución de problemas de Física*, Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores **IV**, 1-28 (2017).
- [4] González Nápoles, R. R., Ramírez, J. A. y Valcárcel, N., *Procedimiento didáctico para la comprensión de la formulación de problemas en la Física del preuniversitario*, Didasc@lia: Didáctica y Educación **13**, 335-362 (2022).
- [5] Quintanal Pérez, J., *Aprendizaje basado en problemas para Física y Química de Bachillerato. Estudio de caso*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **20**, 101-116 (2023).
- [6] Carrascosa, J., Martínez, S. y Alonso, M., *Competencia Científica y Resolución de Problemas de Física*, Revista Científica **38**, 201-215 (2020).

- [7] André, A., *La comprensión de los problemas de texto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, en el décimo grado del distrito Ingombota, provincia de Luanda.* Tesis de doctorado, (Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, 2015).
- [8] Pino, M. G., *Procedimientos metodológicos para la comprensión de los problemas físicos-docentes y la planificación de su resolución en la escuela Secundaria Básica.* Tesis de doctorado, (Instituto Superior Pedagógico Juan Marinello, Matanzas, 2005).
- [9] Gil, D. y Valdés, P., *Temas escogidos de la didáctica de la Física,* (Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996).
- [10] Bugaev, A. I., *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media.* 1ra. Ed. (Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989).
- [11] Marvelloous, O., Chidi, B. y Chizoba, C., *Scientific Explanation of Phenomena and Concept Formation as correlates of Students' Undersatanding of Physics Concepts,* European J of Physics Education **10**, 10-19 (2019).
- [12] Palic, G. y Gulsum, U., *High School students' metaphorical perceptions about the concept of Physics,* European J. of Physics Education **8**, 44-57 (2018).
- [13] Pedroso, F. L., *Programa de la asignatura Mecánica,* (Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, 2017).
- [14] Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. S., *Física, Volumen 1, Parte II,* 4ta. Ed. (Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2011).
- [15] Young, H. D., y Freedman, R. A., *Física Universitaria, Volumen 1,* 13era. Ed. (Editorial PEARSON, México, 2013).
- [16] Marušić, M. y Sliško, J., *Visual Representations of Situation in a Partially Defined Physics Problem: What Kinds of Drawings High-School and University Students Generate?,* European J of Physics Education **8**, 1-15 (2017).
- [17] Mešić, V., Mahmutović, S., Hasović, E. y Erceg, N., *Free-Body Diagrams and Problem Solving in Mechanics: an Example of the Effectiveness of Self-Constructed Representations,* European J of Physics Education **7**, 53-67 (2017).
- [18] Labarrere, A., *Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas matemáticos,* (Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1988).