

ANALOGÍAS Y TAREAS DOCENTES EN LEYES DE CONSERVACIÓN EN DÉCIMO GRADO: DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS

ANALOGIES AND TEACHING TASKS IN LAWS OF CONSERVATION IN TENTH GRADE, DIAGNOSIS AND PERSPECTIVES

AUTORES

Armando Fleites García afleites@uclv.cu

Profesor Instructor del Departamento de Ciencias Exactas. Facultad de Educación Media. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

Yusimí Guerra Véliz yusimig@uclv.cu

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Máster en Matemática Aplicada. Profesor Titular del Departamento de Ciencias Exactas. Facultad de Educación Media. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

Julio Leyva Haza haza@uclv.cu

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular del Centro de Estudios de Educación. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara Cuba.

RESUMEN

La solución de problemas para lograr aprendizajes duraderos y transferibles es uno de los retos en la enseñanza de la Física. Este puede enfocarse aplicando analogías al diferenciar entre superficie (situación descrita en el enunciado) y estructura (modelos físicos y matemáticos). La interacción del alumno: con la superficie expresa su familiaridad y con la estructura su pericia para construir esquemas de problemas a nivel mental. Aquí se expone un estudio para diagnosticar los problemas sobre leyes de conservación, que habitualmente se usan en décimo grado, en cuanto a su factibilidad para aplicar analogías. Se consideraron tanto el enunciado como las soluciones ofrecidas por los alumnos. Los métodos empleados fueron: análisis de documentos, prueba pedagógica y sistematización. Los resultados se concretan en: la mayoría de las superficies responde a situaciones ajenas al alumno implicando baja familiaridad, las

soluciones alcanzan un nivel mínimo respecto al puntaje requerido para considerarse aprobado indicando poca pericia. En el enunciado y las soluciones subyace una estructura general que se desdobra en tres estructuras específicas con potencialidades didácticas para encauzar el uso de analogías. Se revela la necesidad de transformar el enunciado de las tareas y canalizar el trabajo con las estructuras sistematizadas.

ABSTRACT

Problem solving, for long lasting and transferable learning, is one of the challenges in physics teaching. It can be focusing by applying analogies, which allow differentiating between surface (situation described in the statement) and structure (physical and mathematical models). The student's interaction with the surface, expresses his familiarity, and with the structure, his expertise in constructing schemes of problems on a mental level. We present a study to diagnose the conservation laws problems, which are usually used in tenth grade, in terms of their feasibility to apply analogies. Both the wording and the solutions offered by the students were considered. We used the following methods: documental analysis, pedagogical testing and systematization. The results are: most surfaces respond to situations outside the student's control, implying low familiarity, solutions reach a minimum level with respect to the score required to be considered approved, this situation indicate low expertise. To the general structure of the statement and the solutions underlies a general structure. It is divided into three specific structures with didactic potentialities to use the analogies. It reveals the need to transform the statement of tasks and to put on trial with systematized structures.

PALABRAS CLAVE

Resolución de problemas, transferencia, familiaridad con el contexto, analogía.

KEY WORDS

Problem solving, transference, familiarity with the context, analogy.

INTRODUCCIÓN

Muchos investigadores en el área de las ciencias pedagógicas plantean problemas relacionados con el modo en que se desarrollan los procesos educativos y los resultados que de ellos se obtienen.

Los niños y niñas pequeños plantean muchas preguntas pero poco a poco dejan de hacerlo. Cabría plantearse la pregunta de si sólo es un problema relacionado con la edad o si influye la forma como enseñamos y, muy especialmente, qué consideramos que es importante aprender en las clases de ciencias (Sanmartí & Márquez, 2012, p.35).

En el informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI “La educación encierra un tesoro” Delors et. al. (1999) declaran que:

Entre el egreso del ciclo primario y la incorporación a la vida activa o el ingreso en la enseñanza superior, se decide el destino de millones de jóvenes varones y niñas. Y es ese el punto flaco de nuestros sistemas educativos. (p.27)

Estas afirmaciones apuntan hacia la existencia de una preocupación, a nivel internacional, acerca de ¿qué se enseña? y ¿cómo se enseña? en la educación media.

Una valoración del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en el preuniversitario en Cuba, revela que este se ha caracterizado en los últimos años por usar tareas docentes que describen situaciones muy alejadas de la realidad y que ocultan el verdadero papel de los contenidos físicos como modelos para explicar los fenómenos cotidianos.

Esta dificultad se manifiesta también de forma particular en las Escuelas Militares Camilo Cienfuegos que, aun cuando en la concepción de los procesos de enseñanza de todas las asignaturas que lo conforman se plantea como objetivo primordial la preparación de jóvenes bachilleres en ciencias y letras con la convicción de formarse como oficiales de las FAR, la ejecución de cada uno de dichos procesos se sigue realizando de forma tradicional por lo que no están ajenos a las insuficiencias detectadas en nuestro Sistema Educacional.

Los autores presuponen que tales insuficiencias afectan el desarrollo de habilidades para resolver problemas y en particular en los que en los que hay que aplicar las leyes de conservación de la cantidad de movimiento lineal y ley de conservación de la energía en décimo grado en la Escuela Militar Camilo Cienfuegos, de Villa Clara.

La investigación realizada pretendió hacer un estudio exploratorio que permitiera caracterizar las tareas de Física sobre leyes de conservación en el contexto del décimo grado. Se estudió tanto al enunciado de las tareas como las regularidades en la aplicación de los modelos matemáticos y físicos que permiten alcanzar la solución. Se partió de la manifestación en la práctica para sistematizar las características de dichas tareas.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza y el aprendizaje en la clase transcurren a partir de tareas docentes, que son la célula primaria, lo indivisible del proceso de enseñanza aprendizaje (Álvarez, 1999). La tarea docente es una parte diferenciable de la clase, que comprende un conjunto de condiciones necesarias para obtener resultados limitados, específicos y en ella se manifiestan todos los componentes del proceso (Álvarez, 1999). El planteamiento y solución de tareas docentes conducen al aprendizaje, y su concepción en forma de sistema es condición necesaria. La tarea docente se entiende como “(...) las actividades que se conciben para realizar por el alumno en la clase o fuera de esta, relacionadas con la búsqueda o adquisición de conocimientos y al desarrollo de habilidades” (Rico & Silvestre, 2002, p.5).

En cuanto al uso de las tareas, en la didáctica de las ciencias está sucediendo en la actualidad un consenso relacionado con la necesidad de activar el aprendizaje, imprimiéndole una orientación investigadora y un carácter independiente (Gil & Valdés, 1996). Aspectos esenciales para el desarrollo de la personalidad y cuya máxima aspiración es la solución de problemas, asumiendo los retos didácticos que implica su enseñanza. “La solución de problemas requiere de una enseñanza esmerada” (Pérez, 2015, p. 4).

Uno de los métodos más aplicados en la solución de problemas de física es la analogía. Oliva, (2004) propone cuatro rasgos que deben considerar los profesores al usar la analogía en la enseñanza, entre los que se encuentran:

- La analogía constituye ante todo un proceso interno al sujeto,
- Se trata de un proceso, de un camino que el alumno ha de recorrer: la transferencia analógica.

- El proceso de transferencia analógica exige la construcción de un modelo más profundo que la mera asociación directa de atributos entre el blanco y el análogo.
- Se genera a través de un proceso bidireccional complejo que se construye en un marco interactivo, entre el blanco y el análogo, mediado por el modelo sobre el que se sustenta la analogía.

Uno de los intereses en la elaboración de una analogía, desde el punto de vista didáctico, “está en la aplicación de ideas ya aprendidas para generar o adquirir otras” (Oliva, 2004, p.376). De modo particular, la analogía puede establecerse entre una tarea cuya solución se conoce y otra que se pretende resolver. Según Gómez, Solaz & San José (2013) “El procedimiento analógico para resolver las tareas docentes se basa en la transferencia (transfer): se resuelve un conjunto de problemas y se pide luego a los estudiantes que resuelvan problemas similares” (p.136).

Oliva (citado por Gómez et. al., 2013) plantea que “(...) los profesores esperan que los estudiantes detecten con facilidad la similitud entre los nuevos problemas y los resuelvan con éxito” (p.136). Según Gómez et. al. (2013) la afirmación anterior se basa en las dos suposiciones siguientes:

1. De los problemas-ejemplo estudiados, y merced a algún tipo de similitud entre ellos, los estudiantes serán capaces de abstraer «esquemas de problema», es decir, representaciones mentales comunes a varios problemas.
2. Los problemas ya conocidos que se toman como ejemplo se suelen denominar «problemas fuente» y se diferencian de los «problemas diana», que son los problemas nuevos que se deben resolver.

Al asumir tales suposiciones, en este trabajo se considera la relación entre los problemas fuentes y los problemas diana para la aplicación del método de analogía. La analogía se usa al activar una tarea que es usada en calidad de problema fuente y constituye un ejemplo a partir de la cual se reconocen similitudes y diferencias con la tarea a resolver.

Los rasgos identificados en los problemas con enunciado pueden referirse a características que en el enunciado de la tarea se refieren a la situación concreta que se describe y se refiere a objetos y fenómenos de la realidad, o a entidades abstractas como por ejemplo el modelo

matemático, las leyes y principios físicos modelados matemáticamente, etc. (Gómez et. al., 2013).

Según Holyoak & Koh, (citado por Gómez et. al., 2013)

(...) el conjunto de rasgos perceptibles en una situación problemática del mundo real, que involucra objetos y hechos en términos concretos (es decir, no abstractos), se denomina «superficie» del problema. Los conceptos matemáticos o científicos, las leyes, principios, las relaciones entre cantidades, las ecuaciones, etc., constituyen la «estructura» del problema. (p.136)

Holyoak (citado por Gómez et. al., 2013) asume que “la analogía entre problemas puede, entonces, construirse en términos de su similitud superficial y/o estructural” (p.137). Mientras que Reed (citado por Gómez et. al., 2013) propone una nomenclatura para las relaciones entre problemas (p.137); esta se ofrece en la tabla 1.

TABLA 1

Relaciones entre problemas en términos de la similitud o diferencia de sus superficies y estructuras

| | | Superficie | |
|------------|-----------|-------------|-----------|
| | | Igual | Diferente |
| Estructura | Igual | Equivalente | Isomorfo |
| | Diferente | Similares | Diferente |

Fuente: Reed (citado por Gómez et. al., 2013)

Según Gómez et. al., (2013) “la «familiaridad» con un problema es nivel de conocimiento experiencial, ordinario, procedente de la vida diaria, que un sujeto resolutor tiene de los objetos y eventos narrados en el enunciado del problema” (p.137). Por ello concluye que: “la «familiaridad» implica, por tanto, una interacción entre el conocimiento ordinario del sujeto y la superficie del problema” (p.137).

Este análisis llevó a los autores de este trabajo a preguntarse: ¿qué superficie comporta el enunciado de las tareas sobre leyes de conservación en décimo grado? y ¿están enunciadas las tareas (problemas) sobre leyes de conservación en décimo grado para propiciar o lograr que se manifieste la familiaridad?

Por otro lado, Greeno & Kintsch, (citado por Gómez et. al., 2013) entienden que la “...«pericia» implica la capacidad para construir una representación mental «modelo del problema” (p.137).

Al valorar la relación de la pericia con la estructura del problema, Gómez et. al., (2013) afirman que la pericia (expertise) está basada en la interacción entre el conocimiento del sujeto y la estructura de los problemas: una gran pericia implica una gran experiencia vivida asociada con determinadas estructuras de problemas (quizá en determinados contextos temáticos). En tal sentido, habría que preguntarse: ¿qué estructura subyace en las soluciones a las tareas sobre leyes de conservación en décimo grado? y ¿en las soluciones, ofrecidas por los alumnos, se observa su pericia?

METODOLOGÍA

Con el fin de responder las cuatro preguntas anteriores, se realizó un estudio exploratorio considerando las tareas docentes de Física sobre leyes de conservación, en décimo grado. Para ello se trazaron dos objetivos: sistematizar las características de la superficie y la estructura de las tareas docentes que subyace en su enunciado y diagnosticar la familiaridad y pericia de los alumnos al aplicar las estructuras sistematizadas en la solución a las tareas.

Primera parte:

Para cumplimentar el primer objetivo, en un primer momento, se aplicó el método de análisis de documentos. Se revisaron las tareas contenidas en el libro de texto de física de décimo grado y en exámenes de final de curso, para identificar en ellas las características de la superficie y la estructura, al considerar tanto el enunciado de dichas tareas como la vía de solución. Se seleccionaron exámenes finales, puesto que estos constituyen un reflejo del proceso y comportan sus características. Según Márquez & Sardà (2009) la evaluación siempre debe ser coherente con el proceso de enseñanza-aprendizaje y a través de ella, comunicamos a los alumnos los objetivos de aprendizaje.

En un segundo momento se aplicó el método analítico - sintético para sistematizar la superficie y estructura a partir de las características identificadas en el momento anterior e identificar los aspectos invariantes que conforman la estructura general y los tipos de estructura que de ella se derivan para las tareas de leyes de conservación.

Segunda parte:

Para el segundo objetivo se aplicó el método de prueba pedagógica conformada a partir de una pregunta sobre leyes de conservación que se extrajo de exámenes de final de curso de décimo grado. Para ello se realizó el muestreo de las soluciones ofrecidas por alumnos de décimo grado en exámenes finales de diferentes cursos para investigar cómo se manifiesta su pericia al aplicar las estructuras sistematizadas en la primera parte.

Se muestrearon 30 tareas, elegidas aplicando la técnica de muestreo aleatorio simple de un total de 630 tareas de este tipo extraídas de exámenes de final de curso de Física de décimo grado de la Escuela Militar Camilo Cienfuegos de Villa Clara. Para dar cumplimiento al segundo objetivo fue necesario definir las siguientes variables de investigación: variable dependiente: familiaridad y pericia en la solución de las tareas y variable independiente: la tarea sobre leyes de conservación.

Se decidió incluir ambos aspectos, familiaridad y pericia, en una misma variable por ser este un estudio descriptivo que sentará las pautas para futuras investigaciones explicativas y predictivas.

Para evaluar la variable dependiente se eligió una escala de medición de intervalos que toma valores desde 0 hasta 10. Las puntuaciones se distribuyeron entre los pasos invariantes que debe seguir el alumno al aplicar la estructura determinada para solucionar la tarea. En tal caso, se asumió que el alumno podrá aplicar la estructura solo si entiende la tarea, es decir si tiene cierta familiaridad con la superficie.

Para valorar desde el punto de vista inferencial los resultados obtenidos en el cumplimiento del segundo objetivo se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : La aplicación de la estructura en la solución de las tareas se realiza a un 60% en correspondencia con la estructura sistematizada en el objetivo 1. $H_0: \mu = 6$

H_1 : La aplicación de la estructura en la solución de las tareas se diferencia en un 60% de la estructura sistematizada en el objetivo 1. $H_1: \mu \neq 6$

Se seleccionó $\mu = 6$ por ser el valor mínimo que caracteriza el aprobado en la solución.

En todos los cálculos se usó el paquete estadístico *SPSS 18.0*. Para todas las pruebas inferenciales se estableció un nivel de significación $\alpha = 0,05$, lo que representa un nivel de confianza de 95%.

Como la hipótesis H_1 solo se pretende verificar la diferencia $\mu \neq 6$, entonces la prueba inferencial se debe completar, en caso de que el estadígrafo caiga en la zona de rechazo, con los estadísticos descriptivos obtenidos para la muestra. Para probar las hipótesis se aplicó la prueba *t* para una muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de documentos se pudo establecer, como una regularidad, que la superficie en el 71% de las tareas representaba situaciones muy alejadas de la realidad, por ejemplo bloques de madera, esferas, el resto se refería a situaciones concretas de aplicación práctica. Sin embargo, de las que se referían a situaciones concretas el 48% modela situaciones no relacionadas con la práctica cotidiana de los alumnos. Por ejemplo, tareas que describen “el movimiento de trineos”. Tales características de las superficies hacen que el grado de familiaridad que el alumno pueda establecer con ellas sea muy bajo, dificultando la posibilidad de comprensión de la tarea y la creación de “esquemas de problemas” (Gómez et. al. (2013).

Con relación a esta dificultad se requieren estudios posteriores que permitan indagar sobre las características que debe tener la superficie para que facilite la comprensión y la creación de esquemas de problemas que puedan ser usados posteriormente por los alumnos para hacer analogías superficiales con un alto grado de familiaridad, en tanto este estudio exploratorio solo se propuso caracterizar la superficie que se ha estado usando en el enunciado de tareas sobre leyes de conservación en Física en décimo grado.

En cuanto a la estructura que subyace en la vía de solución de las tareas analizadas, se pudo identificar una estructura general que se concreta en la figura 1.

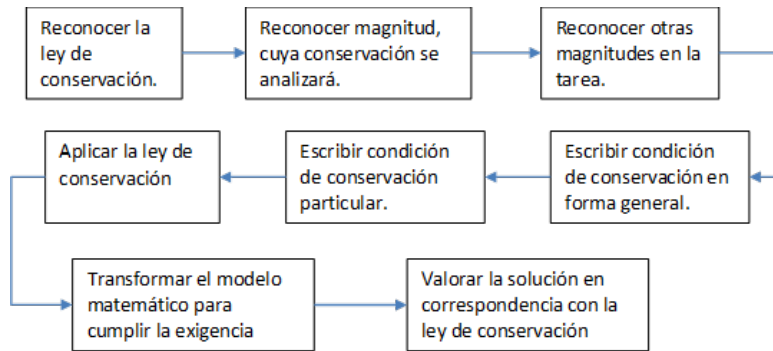


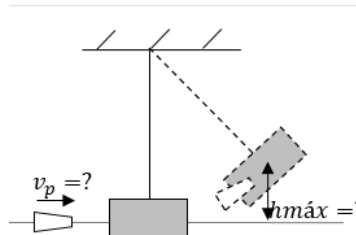
Figura 1: Estructura general de solución de una tarea de física sobre leyes de conservación. (Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo con las acciones que conforman dicha estructura los autores consideraron tres estructuras específicas en dependencia de los modelos matemáticos y físicos para aplicar: la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal, la ley de conservación de la energía mecánica, o ambas leyes.

Las tres estructuras consideradas se relacionaron con las superficies identificadas para articular unas tareas con otras.

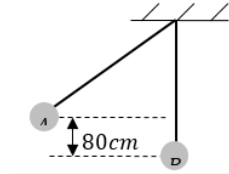
Por ejemplo, las tareas 1 y 2 que se ofrecen a continuación tienen diferente superficie pero igual estructura, por tanto, son tareas isomorfas, si la primera se considera como tarea fuente, entonces la segunda constituye una tarea diana.

Tarea 1: Para determinar la velocidad inicial de un proyectil de $7g$ disparado por un fusil AKM, se emplea un péndulo balístico de masa $10kg$. Al penetrar la bala en el bloque el conjunto se mueve con una velocidad de $0,5m/s$. Desprecie las fuerzas de rozamiento. Determine la altura máxima a la que asciende el conjunto.



Tarea 2: Dos esferas de plastilina de masas $m_A = m_B = 40g$, cuelgan en reposo de hilos de masas despreciables e idéntica longitud. Al liberarse la esfera A, esta choca plásticamente con la

esfera *B*. Ignore los efectos de la fricción y determine la altura a que asciende el sistema después del choque.



Si en la tarea 2 se cambia la exigencia por: “determine el valor de velocidad de la esfera *A* al chocar con la *B*” entonces la nueva tarea obtenida, llamémosle tarea 3, es similar a la tarea 2 según el contenido de la tabla 1.

Cada una de las acciones contenidas en la estructura, se establecieron como dimensiones de la variable dependiente. Las puntuaciones, siguiendo las flechas en la figura uno, se distribuyeron del siguiente modo:

TABLA 2
 Escala para evaluar la aplicación de la estructura

| | | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dimensión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Puntuación | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |

Fuente: elaboración propia

Se aplicó la escala anterior para evaluar las soluciones sobre las tareas referidas a leyes de conservación contenidas en los exámenes muestreados. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

TABLA 3
 Resultados de la aplicación de la estructura en los exámenes muestreados

| n | Dimensiones de la variable dependiente | | | | | | | Total |
|---|--|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 6 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 7 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 8 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 11 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 12 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 13 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 14 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 15 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 16 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 17 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 18 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 19 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 20 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 23 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 24 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 25 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 26 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 27 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 28 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 29 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 30 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |

Fuente: Elaboración propia

Los valores de cada uno de los indicadores de la variable dependiente se sumaron. El resultado de la suma se tomó como el valor de la variable dependiente para tarea muestreada. Estos valores se corresponden con la columna total de la tabla 3 y constituyen los valores que se sometieron a los análisis estadísticos tanto descriptivos como inferenciales.

Los valores de la variable dependiente se procesaron en SPSS. Los estadísticos descriptivos se muestran en la tabla 4.

TABLA 4

Estadísticos descriptivos de la variable dependiente

| | N | Mínimo | Máxim o | Media | Desv. típ. |
|--|---|--------|------------|-------|------------|
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|----|---|----|------|-------|
| resolver tareas cuantitativas de leyes de conservación | 30 | 0 | 10 | 5,70 | 2,781 |
| N válido (según lista) | 30 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Obsérvese que la media que fue de 5,7 valor que está por debajo de 6 puntos. Este valor representa el 60% y determina el aprobado en esa pregunta en la prueba muestreada. Los resultados de la prueba inferencial se ofrecen en la tabla 5.

TABLA 5

Prueba t para la variable dependiente en la muestra seleccionada

| | Valor de prueba = 6 | | | | | |
|--|---------------------|----|---------------------|-------------------------|---|----------|
| | T | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | Inferior | Superior |
| resolver tareas cuantitativas de leyes de conservación | -,591 | 29 | ,559 | -,300 | -1,34 | ,74 |

Fuente: Elaboración propia

Como $p = 0.559 > \alpha = 0.05$ el estadígrafo no cae en la región de rechazo, por lo que no se rechaza H_0 . Ello permite aseverar que el promedio de notas obtenidas en la pregunta de leyes de conservación es de 6 puntos. Este valor aunque no prueba que los resultados están por debajo del aprobado en la pregunta, si apunta su cercanía al valor mínimo para resultar aprobado.

CONCLUSIONES

El análisis de documentos consistente en el estudio de las tareas de física sobre leyes de conservación en décimo grado para caracterizar dichas tareas en cuanto a superficie y estructura que subyace en su enunciado arrojó que la mayoría de las tareas valoradas posee una superficie muy alejada de la realidad cotidiana del alumno o desconocidas por ellos aspecto que dificulta su comprensión. Cabe a futuras investigaciones indagar sobre el efecto de tales superficies en la posibilidad de los alumnos para comprender la tarea y crear esquemas de problemas que puedan ser usados para realizar analogías superficiales con un alto grado de familiaridad.

La estructura de las tareas objeto de estudio se sistematizó en una estructura general compuesta por siete dimensiones consistentes en: reconocer la ley de conservación, reconocer la magnitud cuya conservación se analizará, reconocer otras magnitudes de la tarea, escribir la condición de conservación de forma general, escribir la condición de conservación de forma particular, aplicar la ley de conservación, transformar el modelo matemático para cumplir la exigencia de la tarea y valorar la solución en correspondencia con la ley de conservación. Esta estructura general se desdobra en tres estructuras específicas en dependencia de los modelos matemáticos y físicos para aplicar: la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal, la ley de conservación de la energía mecánica, o ambas leyes.

La determinación de las tres estructuras específicas ofrece la posibilidad, en futuras investigaciones, de elaborar problemas fuente y los respectivos problemas diana isomorfos a ellos para establecer las analogías estructurales durante el proceso de solución de modo que propicien un alto grado de experticia.

La indagación acerca de la aplicación de la estructura corroboró que los resultados obtenidos son muy bajos, prácticamente coinciden con el mínimo para considerar que la solución es correcta. Ello representa un bajo grado de pericia.

Los resultados obtenidos, de modo general, revelan la necesidad de futuras investigaciones relacionadas con las tareas de física sobre leyes de conservación que permitan conformar sistemas de tareas fuente en las que se concreten superficies y estructuras que puedan ser usadas como analogías “esquemas de problemas” con potencialidades de ser aplicadas por los alumnos para resolver problemas diana y en los que se pueda manifestar un alto grado de familiaridad para alcanzar la pericia requerida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez de Zayas, C. M. (1999). *La escuela en la vida*. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.

Delors, J., et al. (1999). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*. España: Santillana.

- Gómez, C., Solaz, J. & Sanjosé, V. (2013). Efectos de la similitud superficial y estructural sobre la transferencia a partir de análogos en problemas de alta y baja familiaridad: primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), pp. 135-151.
- Márquez, C. & Sardà A. (2009). Evaluar la competencia científica. *Aula de Innovación Educativa*. (186), pp. 13-15.
- Oliva, J.M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), pp. 363-384.
- Pérez, E. (2015). Recomendaciones al docente para la dirección del proceso de solución de problemas matemáticos. *Revista Varela*, 1(40), pp. 1-11.
- Rico, P. & Silvestre, O. (1998). *¿Cómo desarrollar en los alumnos las habilidades para el control y la valoración de su trabajo docente?* Ciudad de la Habana: Pueblo y Educación.
- Sanmartí, N. & Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 27-36.