

## **EL CONCEPTO DE FUERZA EN PROFESORES DE FÍSICA EN FORMACIÓN**

### **THE FORCE CONCEPT IN TEACHERS OF PHYSICS IN FORMATION**

**Nancy Vargas**

[nangelicava@hotmail.com](mailto:nangelicava@hotmail.com)

**Jhon Solano**

[jdannysm@hotmail.com](mailto:jdannysm@hotmail.com)

**Duván Reyes**

[jdreyesr@udistrital.edu.co](mailto:jdreyesr@udistrital.edu.co)

**Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"**

#### **Resumen**

Algunos estudios epistemológicos de la didáctica de la física, muchas veces muestran esta disciplina como una rama de la pedagogía, o de la psicología, o se habla de ella como un campo interdisciplinar que aplica diversas perspectivas a la educación pero que a su vez es completamente independiente de aquellas áreas que tienen que ver con las ciencias. En este documento se presentan los primeros resultados de un trabajo de investigación sobre el Conocimiento Didáctico de Contenido Físico de profesores de física en formación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quienes como estudiantes de la Licenciatura en Física asisten al Curso de Didáctica de la Física I. El contenido específico que se muestra es el concepto de fuerza en relación con las ideas de movimiento. Se muestran las tendencias de los estudiantes al resolver el "Inventario del Concepto de Fuerza" el cual fue realizado por Hestenes D., Wells M., y Swackhamer G, (1992)<sup>1</sup>, en cuanto a la idea de fuerza que posiblemente los estudiantes para profesores de la universidad han venido configurando en el transcurso de sus estudios. El análisis de las respuestas se organizó en 6 categorías: Cinemática, primera, Segunda y Tercera Ley de Newton, Principio de Superposición, Tipos de Fuerza (sólidos, fluidos, gravitación).

**Palabras Claves:** Conocimiento Didáctico, Fuerza, Formación de profesores, Física.

#### **Abstract**

Some epistemological studies in didactic of physics, sometimes show this discipline as a brand of pedagogy or psychology or as interdisciplinary field what applies to diverse perspectives in education but at the same time are completely independent of the others areas of science. This article shows the first results of the research about the didactic knowledge of the physic of teacher in initial formation in Distrital University, who attend the didactic of physics course I. The content shows the force concept in relation to movement' ideas. The article shows tendency of students solving the "inventory of concept of force" realized by Hestenes D., Wells M., y Swackhamer G, (1992), in consideration the idea of force developed by students in

---

<sup>1</sup> La versión de FCI traducida al español y aplicada en ésta investigación fue realizada por los autores del presente documento y puede solicitarse vía correo electrónico.

formation during theirs studies. The analyses was organized in 6 categories: Cinematic, first, second and third law of thermodynamic, principle of super superposing, type of force.

### **Key Words**

Didactic knowledge, Force, teacher in formation, physic.

### **Introducción**

La Didáctica de la Física es un conocimiento que trasciende su consideración como herramienta o un instrumento mediante el cual el profesor hace posible la transformación Didáctica. Sin embargo, el conocimiento didáctico requiere contenido, que desde la perspectiva de García M, (1992) y retomando a Shulman (2001) se alimenta principalmente de: Los contenidos conceptuales de la Física (para nuestro caso el concepto de fuerza), los contenidos de la pedagogía, los contenidos de la práctica pedagógica y los contenidos curriculares. En este trabajo presentamos un primer avance acerca del primero de estos contenidos que los estudiantes de licenciatura en física ponen en juego en sus propuestas didácticas para la enseñanza del concepto de fuerza. Hoy en día las universidades preparan docentes en diferentes áreas del conocimiento científico, los cuales tienen una responsabilidad social, moral y ética, en cuanto a la formación de jóvenes; surgiendo una pregunta sobre su conocimiento físico en relación con su conocimiento didáctico: ¿Cómo están entendiendo los estudiantes de licenciatura en Física el Concepto de Fuerza para la enseñanza, a partir de la aplicación de Inventario del concepto fuerza? La primera aproximación a ésta pregunta se expone en el presente documento, así como algunas preguntas para el debate acerca de la Formación de Profesionales de la Enseñanza de la Física.

### **Metodología**

Este trabajo de investigación utilizó la prueba llamada "Inventario del Concepto de Fuerza", organizada a partir de seis categorías a saber: Cinemática, Primera, Segunda y Tercera Ley, Principio de superposición y Tipos de fuerzas. Este cuestionario consiste en un conjunto de 30 preguntas de selección múltiple que involucran el concepto de fuerza en las categorías mencionadas y que el estudiante debe resolver en un tiempo máximo de 30 minutos. Su traducción estuvo a cargo de los autores del presente artículo tomando como referencia la adaptación hecha por Etkina, E, (2002) al aplicarlo en el programa de formación de profesores de física de la universidad de Rutgers (USA) . En ese sentido se agruparon las respuestas de acuerdo con los conceptos Newtonianos del inventario se analizaron e interpretaron los resultados.

### **Análisis y Resultados**

**Cinemática.**

En el área de cinemática al parecer hay falencias, pues se tiene un promedio de un 28,56% de respuestas correctas. Se encuentra que la interpretación grafica y la de los textos en prosa no es muy buena; por otra parte posiblemente el texto de las preguntas donde se menciona la velocidad inicial como  $v_0$ , se puede estar asumiendo en forma equivalente el valor cero para cualquier caso de velocidad inicial  $v_0$ . En principio los estudiantes identifican correctamente la trayectoria semiparabolica de un móvil una vez es lanzado desde un avión, sin embargo este tipo de razonamiento se contradice al argumentar la trayectoria de un móvil que es afectado por una fuerza constante.

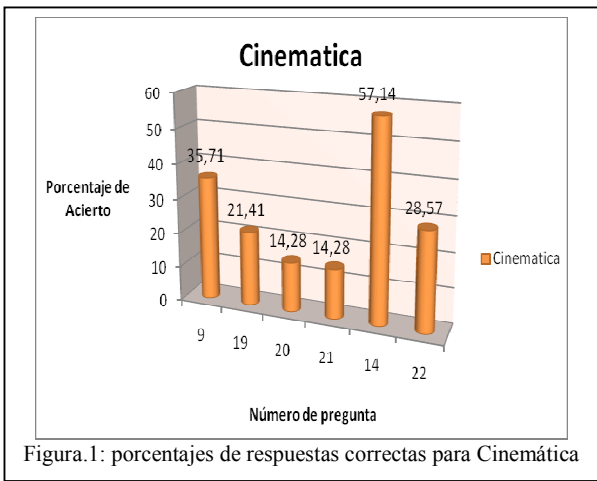


Figura.1: porcentajes de respuestas correctas para Cinemática

**Primera Ley de Newton.**

Se apreciar un promedio mejor (48,97%) que en el caso de la Cinemática, sin embargo no deja de ser importante el estudio grafico de las preguntas, pues permiten hacer un análisis cualitativo de los fenómenos relacionados. Aún así, es necesario ratificar la idea de que los conceptos teóricos juegan un papel importante cuando se hace este tipo de interpretaciones, se muestra una clara coherencia entre la relación de fuerza y velocidad, ya que si hay fuerza hay movimiento y esto implica un cambio en la velocidad. Se presenta una correspondencia con las respuestas en Cinemática para el caso del papel de la fuerza en la definición de la trayectoria de un móvil, por un lado los estudiantes no interpretan el concepto de fuerza como una interacción constante que obligatoriamente altera la trayecto del móvil y por otro lado si el concepto de fuerza no es mencionado explícitamente en la pregunta sus respuestas resultan adecuadas como en el caso del móvil en movimiento circular atado a una cuerda que se rompe instantáneamente.

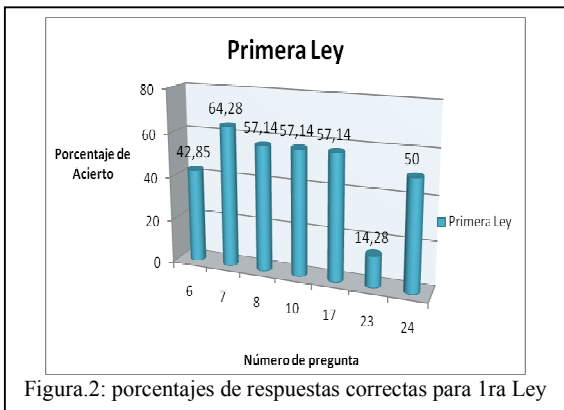


Figura.2: porcentajes de respuestas correctas para 1ra Ley

**Segunda Ley de Newton**

En cuanto a las respuestas asociadas a la segunda Ley de Newton el 33,925% fueron correctas. Pueden existir dificultades en la forma como se identifica un movimiento asociado a la "fuerza que lo genera", en el entendido que se

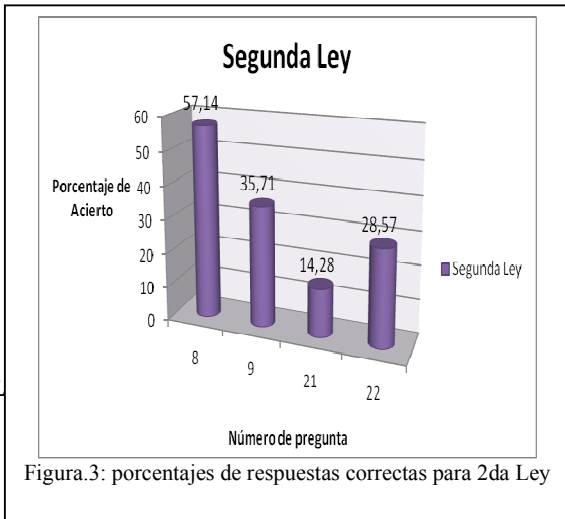


Figura.3: porcentajes de respuestas correctas para 2da Ley

tendería a generalizar a las fuerzas aplicadas a los objetos como siempre constantes sin importar las condiciones propias del contexto de problema o situación. Los estudiantes identifican la trayectoria del movimiento de un cuerpo como resultado de la interacción (Fuerza) momentánea con otro, sin embargo cuando se hace referencia a una interacción constante (empuje constante) las respuestas parecen no considerar la trayectoria en función de la interacción y se puede estar dejando a un lado que el cuerpo tiene una cantidad de movimiento en el momento de la interacción.

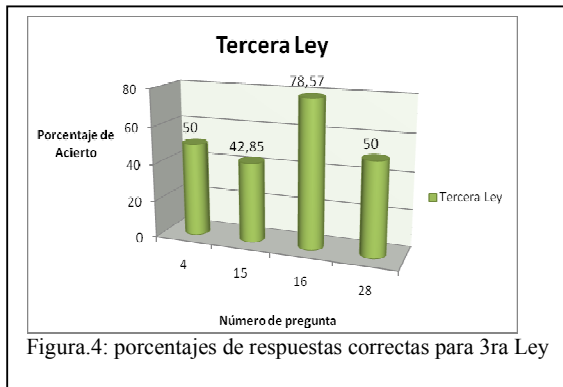


Figura.4: porcentajes de respuestas correctas para 3ra Ley

### Tercera Ley de Newton.

Se manifiesta una interpretación adecuada en un porcentaje de 55,35% en el análisis de las fuerzas de acción y reacción entendidas como un Par de Fuerzas. Sin embargo, las respuestas asociadas a interpretar el papel de las masas de los objetos en interacción, en relación con el par de fuerzas, permite evidenciar una tendencia a validar la intensidad de la fuerza en relación directa con la cantidad

de masa de los cuerpos (cuerpos grandes "hacen" fuerzas grandes en la interacción con cuerpos "pequeños"), así como en relación con la velocidad de los móviles al momento de la interacción.

### Principio de Superposición.

El 60,71% de los estudiantes seleccionan las respuestas correctas cuando se trata de analizar las fuerzas que actúan hacia arriba y hacia abajo sobre un objeto. Sin embargo el porcentaje restante también es significativo especialmente porque pueden estar considerando al objeto con una cierto "nivel de capacidad" para contrarrestar dichas fuerzas. Esto puede estar

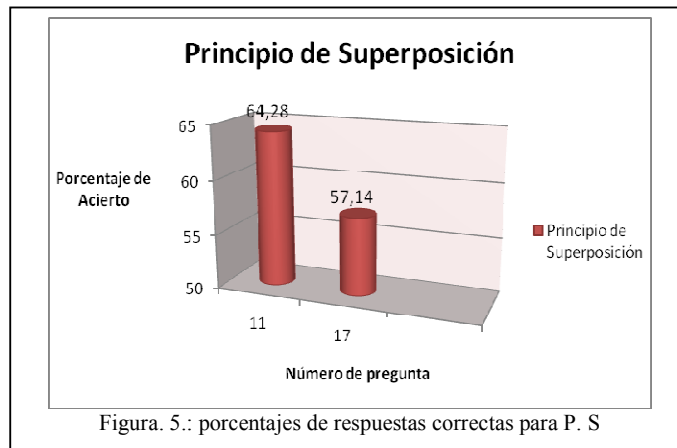


Figura. 5.: porcentajes de respuestas correctas para P. S

influyendo en las decisiones sobre el análisis de fuerzas que tiene que ver con procesos como: Diagramas de Cuerpo Libre, Sistemas de Ecuaciones y la noción de equilibrio, especialmente relacionados con la primera Ley de Newton (velocidad constante).

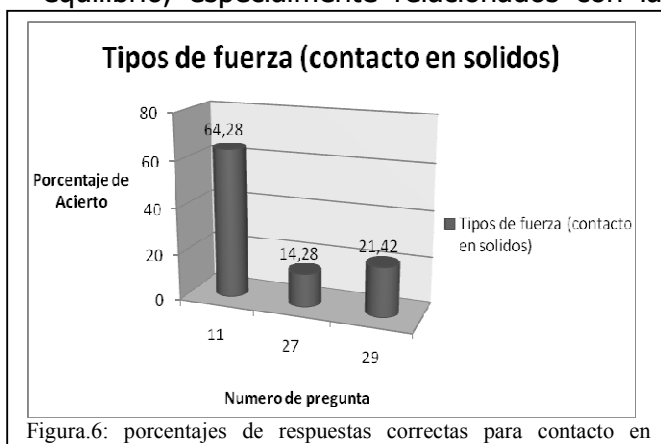


Figura.6: porcentajes de respuestas correctas para contacto en

### Tipos de Fuerza: Contacto Sólido.

Se manifiesta un posible entendimiento en un porcentaje equivalente a 42,85% de los encuestados respecto a las fuerzas

que pueden ser identificadas de manera mental, cuando hay un contacto de un objeto con una superficie, ya que es una forma muy clásica de entender las fuerzas de contacto. El Porcentaje Mayor (51,15%) se distribuye en posibles dificultades en la capacidad de abstraer el comportamiento de cantidades físicas (como posición, velocidad y aceleración), al interpretar una situación física representada gráficamente.

**Contacto fluidos (aire).**

El porcentaje de respuestas correctas (21.42%) referido a esta pregunta evidencia poca comprensión en los estudiantes en el momento de analizar las fuerzas que actúan en cuerpos en reposo expuestos a entornos abiertos, asumiendo que posiblemente pueden estar afectados por fuerzas que no se mencionan en el texto sino creadas a partir de su sentido común (imaginarias).

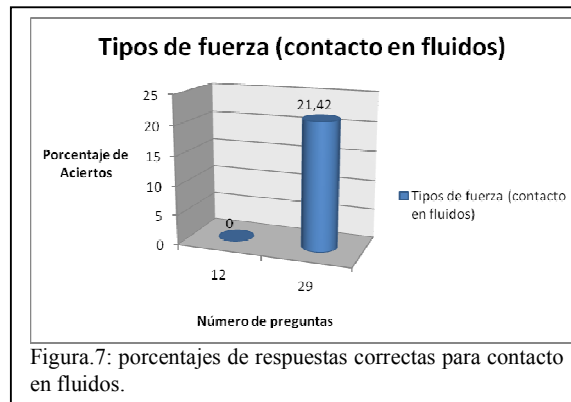


Figura.7: porcentajes de respuestas correctas para contacto en fluidos.

Si se tratara de considerar la interacción con el aire de una esfera saliendo disparada por un cañón los estudiantes parecieran interpretar que esta interacción se presenta un tiempo después de que la bola ha salido del cañón y deja de moverse horizontalmente. En este sentido, tampoco se relación la idea de fuerza gravitacional y de fuerza de fricción en fluidos para dar cuenta correctamente con la solución de la trayectoria de la bola.

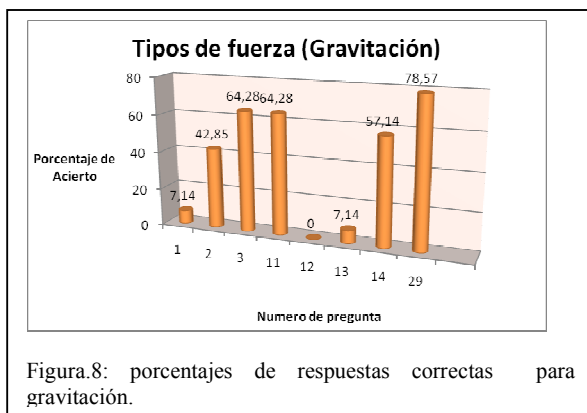


Figura.8: porcentajes de respuestas correctas para gravitación.

**Gravitación.**

En cuanto al análisis referido a la fuerza gravitacional un 40,17% interpreta que existe esta fuerza asociada a todo objeto sobre la superficie de la Tierra, pero no tienen en cuenta que el peso de los objetos tiene la misma magnitud sin importar el tamaño o la forma de los mismos sin considerar la masa.

Respecto a la explicación de la trayectoria de los cuerpos una vez son expulsados por un cañón las respuestas dejan a un lado el papel de la fuerza gravitacional por lo menos al inicio de la trayectoria de los cuerpos. Por otro lado, no se reconoce a la fuerza gravitacional como única responsable del movimiento en caída libre de los cuerpos, aun cuando se aclare que la fricción con el aire es despreciable.

<b>Ci</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Pri</b>	<b>T</b>	<b>T</b>	<b>G</b>
<b>n</b>	<b>r</b>	<b>d</b>	<b>r</b>	<b>nci</b>	<b>i</b>	<b>i</b>	<b>ra</b>
<b>e</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	<b>pio</b>	<b>p</b>	<b>p</b>	<b>vi</b>

	<b>m á t i c a</b>	<b>L e y  d e  N e w t o n</b>	<b>L e y  d e  N e w t o n</b>	<b>L e y  d e  N e w t o n</b>	<b>Su p e r p o s i c i ó n</b>	<b>o s  d e  F u e r z a : C o n t a c t o  F l u i d o s</b>	<b>o s  d e  F u e r z a : C o n t a c t o  S ó l i d o</b>	<b>ta c i ó n</b>
<b>R e s p u e s t a s c o r r e c t a s</b>	2 4	4 6	1 5	3 1	1 7	3	2 0	4 5
<b>R e</b>	6 0	4 1	2 7	2 5	1 1	1 1	8	6 7

**Tabla # 1 Síntesis de respuestas en estudiantes de física en formación.**

## Comentarios Finales

Se hace conveniente analizar el concepto de Fuerza que se pone de manifiesto en las respuestas de los estudiantes, especialmente en los siguientes aspectos:

a. El análisis de la velocidad de los cuerpos en movimiento: se encuentra que el papel de la fuerza en el cambio de dirección del movimiento de un cuerpo pareciera no tener relación con la velocidad inicial de este, situación que parecer motivar el tipo de trayectorias seleccionadas en las preguntas de esta categoría. En cuanto a la primera ley de Newton se encuentran coincidencias con esta conclusión lo cual cuestiona la manera como se esta comprendiendo la idea de fuerza neta en relación con el tipo de movimiento del cuerpo.

b. La relación Masa Fuerza en la explicación de interacciones, para el caso de la tercera ley de Newton los estudiantes no interpretan completamente la equivalencia de la magnitud de las fuerzas y además las confunden cuando se les cuestiona por estas involucrando una velocidad constante en la interacción. Es decir, la tercera de Newton parece tener sentido cuando se trata de explicar una situación estática, pero si la situación es cinética pareciera que deja de ser ley. (Hay relativización de la 3ra Ley de Newton. Igualmente se confunde la idea de Par de fuerzas con la de Fuerza Neta.

c. El papel del aire en la explicación del movimiento de los cuerpos, tiene usos diversos, por un lado pareciera que el aire ejerce fuerza sobre los objetos a voluntad propia, por otro lado es responsable del retraso del movimiento de cuerpos aun cuando se aclare que la situación debe ser analizada para el caso de fricción despreciable con el aire.

d. La relación entre Forma – tamaño y Fuerza Gravitacional, entre otros.

A la velocidad se le atribuyen propiedades de fuerza. De corte muy animista por ejemplo la velocidad inicial con que sale la bola del cañón es la que parece garantizar que inicialmente su movimiento sea horizontal, dejando a un lado el papel de la fuerza gravitacional que actual en todo intenta de la trayectoria antes y después de salir del cañón.

## Referencias Bibliográficas

- Etkina E. May B, (2002) College Physics Students Epistemological Self-reflection and Its Relationship to Conceptual Learning. Latin-American Journal of Physics Education.
- Garcia, M (1992). Como conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. "Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado". Vol. I, 151-186.
- Hestenes, D., Wells, M y Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. Consultada *The Physics Teacher*, 30, 141- 158. En: <http://www.aapt.org/>
- Shulman, L. (2001). Conocimiento y Enseñanza. Estudios Públicos. 83, 163-196.