

# FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL DE LA FÍSICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

## CONCEPTUAL BASIS OF PHYSICS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS

Aníbal Wilfrido Trujillo Naranjo<sup>1</sup> ([anibal.trujillon@ug.edu.ec](mailto:anibal.trujillon@ug.edu.ec))

Vicente León Toledo<sup>2</sup> ([vipaleto2004@yahoo.com](mailto:vipaleto2004@yahoo.com))

Santiago Gustavo Ramírez Aguirre<sup>3</sup> ([s.ramirez0105@hotmail.com](mailto:s.ramirez0105@hotmail.com))

### RESUMEN

El presente artículo aborda la importancia que tiene el cambio conceptual en los estudiantes al iniciar un curso de Física, para lo cual se ha aplicado el cambio conceptual en una clase a estudiantes de la carrera Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Ecuador, con el tema "Segunda ley de Newton". El procedimiento que se aplica es el siguiente: se trabaja con dos grupos de estudiantes que cursan la asignatura de Física I, uno es el grupo de control y el otro es el experimental. A cada grupo se le aplica una prueba de entrada y otra de salida con diez preguntas de opción múltiple, sobre el tema de la segunda ley de Newton. Las pruebas de entrada y salida son las mismas, pero con alteración en el orden de las opciones de respuesta. Al primer grupo (de control), luego de la prueba de entrada, se le impartió una clase tradicional sobre el tema y al final de la clase se le realizó la prueba de salida. Al segundo grupo (experimental), luego de la prueba de entrada, se le aplicó el cambio conceptual, es decir, reforzar los conceptos fundamentales del tema tratado y al final se efectuó la prueba de salida. Con los resultados de las dos pruebas en cada grupo, se pretende verificar si efectivamente la aplicación del cambio conceptual en una clase de Física produce en los estudiantes un mejor aprendizaje del tema tratado.

**PALABRAS CLAVES:** Conceptualización, estudio de la física, proceso de enseñanza-aprendizaje, aprendizaje en el aula, segunda ley de Newton.

### ABSTRACT

This article addresses the importance of conceptual change in students when starting a Physics course, for which the conceptual change in a class has been applied to students of the Civil Engineering career, University of Guayaquil, Ecuador, with the theme "Second law of Newton". The procedure that is applied is as follows: we work with two groups of students who take the subject of Physics I, one is the control group and the other is the experimental group. Each group is given an entry test and an exit test with ten multiple-choice questions, on the subject of Newton's second law. The entrance and exit tests are the same, but with

---

<sup>1</sup> Profesor de la carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Profesor de la carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

<sup>3</sup> Profesor de la carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

alteration in the order of the response options. The first group (of control), after the entrance test, was given a traditional class on the subject and at the end of the class the exit test was carried out. The second group (experimental), after the entrance test, was applied to the conceptual change, that is, to reinforce the fundamental concepts of the treated topic and in the end the exit test was carried out. With the results of the two tests in each group, it is intended to verify if the application of the conceptual change in a Physics class produces in the students a better learning of the treated topic.

**KEY WORDS:** Conceptualization, study of physics, teaching-learning process, classroom learning, Newton's second law.

La adquisición de conocimientos tiene una importancia fundamental en el contenido de la enseñanza, de esta manera podemos entender que un sistema genera conceptos, principios, leyes, hechos y teorías que constituyen la base de las ciencias sobre la naturaleza, la sociedad y el pensamiento. Numerosos investigadores han expuesto su criterio acerca de esta temática, entre los cuales se puede citar a: L. S. Shulman (2005); X. B. Janoher, X. J. Herbera y M. Novell (2003); J. Solbes y M. J. Traver (1996).

El objetivo principal de este trabajo es determinar la incidencia de la aplicación de la estrategia pedagógica del cambio conceptual en el desempeño académico de los estudiantes que toman el curso de Física I, en la carrera Ingeniería Civil de la Universidad de Guayaquil, Ecuador, con el tema de "Segunda ley de Newton". Entre los autores que han investigado sobre este aspecto se encuentran: P. E. Tippens (2009); R. Gallego y R. Pérez (2002); H. D. Tapia y A. E. Estrabao (2016).

La física aborda el estudio de los fenómenos naturales, por lo cual en los inicios se le conoció como filosofía natural. Su estudio nos permite conocer el mundo que nos rodea y admirar la belleza que se esconde en la naturaleza.

Un científico manifestó que su amor por el estudio de la física radica, no en la utilidad que puede tener su conocimiento, sino porque le permite admirar la belleza que encierra la naturaleza. Según las opiniones expuestas por S. H. Requena (2008), algunos estudiantes piensan que el estudio de la física representa un esfuerzo mayor y un trabajo tedioso, quizás otros creen que tiene poca utilidad académica y práctica, razón por la cual no se sienten motivados y presentan poco interés y entusiasmo.

Para M. M. Miguélez (2000), una tarea imprescindible de los docentes de la asignatura de Física I, en los niveles medio y superior, es buscar las metodologías y estrategias que mejor se adapten a los estudiantes, para lograr que se motiven y a la vez, producir en ellos un cambio en las concepciones previas que tienen sobre el tema a tratar, específicamente para nuestro caso de estudio, la segunda ley de Newton.

Respecto a lo dicho en el párrafo anterior, y al coincidir con el criterio de R. Martínez y Y. Heredia (2010), podemos indicar que el presente artículo se enfoca en determinar la incidencia de la estrategia del cambio conceptual en el desempeño de los estudiantes que toman un curso de Física I, para que en el futuro pueda aplicarse en forma general en las aulas de clase.

El cambio conceptual en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha tenido una gran influencia, por ello los estudios están articulados de alguna forma con esta actividad, lo que compromete a los estudiosos de la pedagogía, a continuar con las investigaciones que aún faltan por realizar. En este sentido se destacan los trabajos elaborados por: B. Guzmán y S. Castro (2005); M. C. Rosell e I. S. Bars (2005).

Al relacionar el conocimiento cotidiano y el científico, el cambio conceptual asume generalmente el supuesto de la incompatibilidad entre ambas formas de conocimiento, por lo cual las teorías intuitivas implícitas de los alumnos deben ser sustituidas por el conocimiento científico.

Según A. Borgobello, N. Peralta y N. Roselli (2010), esta sustitución puede lograrse como meta fundamental de la educación científica, al hacer que el estudiante perciba los límites y debilidades de sus propias concepciones alternativas y, a partir de esa situación, se sienta insatisfecho con ellas y se motive a adoptar otros modelos más potentes y convincentes.

### **La enseñanza mediante el conflicto cognitivo**

En este aspecto resaltan las investigaciones realizadas por S. Castro y B. Guzmán (2005). La idea fundamental de este modelo es que el cambio conceptual o reemplazo de los conocimientos espontáneos del estudiante, se producirá como consecuencia de someter esos conocimientos a un conflicto experimental o teórico que genere su rechazo, lo que da espacio a una teoría nueva más coherente y convincente.

### **Materiales y métodos**

Para este proyecto tomaron dos grupos intactos de estudiantes del primer semestre de la Carrera Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Ecuador, que cursan la asignatura de Física I, durante el período 2016-2017, Ciclo II. Los grupos están conformados por 23 y 34 estudiantes respectivamente.

La metodología que se sigue es la siguiente: a un grupo se le impartió la clase magistral (tradicional) de Física con el tema "Segunda ley de Newton". Con el segundo grupo, se trabajó en el mismo tema, pero se le aplicó la estrategia del cambio conceptual, mediante la discusión de las ideas previas que traen los estudiantes y las confrontamos con los conceptos teóricos científicos para que puedan complementar, reforzar o rectificar sus concepciones previas por propia iniciativa.

### **Procedimientos utilizados para la recepción de las pruebas**

El primer paso consistió en preparar una prueba de entrada y otra de salida sobre conceptos relacionados con la segunda ley de Newton. Las dos pruebas son de elección múltiple, pero idénticas, solo se cambió el orden de las opciones de respuesta para la prueba de salida.

Las dos pruebas se prepararon con el objetivo de obtener información acerca del conocimiento previo de los estudiantes en este tema de la mecánica, así como los

conocimientos nuevos adquiridos luego de la clase magistral en el grupo de control y de la aplicación del cambio conceptual en el grupo experimental.

Para la recopilación de los datos, se tomaron en consideración las pruebas de entrada y salida en cada uno de los grupos, antes y después de la clase. Al grupo de control se le impartió la clase de manera tradicional (expositiva) y el grupo experimental recibió la clase con la aplicación de la estrategia del cambio conceptual. De las cuatro pruebas realizadas se obtuvieron los datos para nuestro análisis.

### **Definiciones Conceptuales**

**Segunda ley de Newton:** se llama segunda ley de Newton respecto al movimiento de los cuerpos: “La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. La dirección de la aceleración es la de la fuerza neta aplicada” (Miguel, 1986, p. 51). En forma simbólica se expresa así:

$$a \propto \frac{F_{neta}}{m}$$

Cuando el factor de proporcionalidad es 1, la expresión queda así:

$$a = \frac{F_{neta}}{m}$$

Al aplicar el cambio conceptual y tener en cuenta el concepto físico causa-efecto, de la segunda ley de Newton, la podemos exponer de la siguiente manera:

Consideremos que la masa de un cuerpo o de un sistema no cambia durante un cierto proceso porque no entra ni sale masa del sistema (de acuerdo con la Física Clásica), y al aplicar una fuerza sobre ese cuerpo o sistema de cuerpos, estos adquieren cierta aceleración, pero su masa total no cambia. Esta aceleración producida es proporcional a la fuerza aplicada y se produce en la dirección de la fuerza neta. Como muestra la ecuación:

$$a \propto F_{neta}$$

El factor de proporcionalidad sería entonces el cociente  $1/m$  ( $m^{-1}$ ), lo que permite escribir la siguiente relación entre la aceleración, la masa y la fuerza:

$$a = \left(\frac{1}{m}\right) F_{neta}$$

Que es la formulación matemática de la segunda ley de Newton.

Con respecto al **peso**, podemos decir que cuando dos cuerpos celestes se atraen entre sí gracias a cierta propiedad de la materia y esta atracción obedece a una ley conocida como ley de gravitación universal, que se formula así:

$$F = G \left( \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \right)$$

Donde  $G$  se conoce como constante de gravitación universal,  $m_1$  y  $m_2$  representan las masas de los cuerpos y  $r$  representa la distancia que separa los centros de los dos cuerpos. Esta misma propiedad es la que hace que todo cuerpo cercano a la superficie de la Tierra sea atraído hacia ella, en dirección a su centro.

La fuerza con que estos cuerpos son atraídos es variable, y depende de su distancia al centro de la Tierra, por lo que produce en ellos una aceleración variable, pero para recorridos verticales pequeños, se considera que esa aceleración es constante y se la conoce como aceleración debida a la gravedad, representada por  $g$ .

La magnitud de esta fuerza de atracción ejercida por la Tierra sobre cuerpos colocados cercanos a su superficie, se conoce como peso del cuerpo y su fórmula es:

$$\text{Peso del cuerpo } (W) = m \times g$$

Por lo tanto, el peso de un cuerpo no es una propiedad intrínseca de este, sino el resultado de su interacción con nuestro planeta y su valor depende de su ubicación respecto al centro de la Tierra.

### **Ganancia Normalizada de Hake**

El parámetro conocido como la ganancia normalizada de Hake, es un elemento importante al hacer el análisis de la evolución del aprendizaje de los estudiantes, porque evita la comparación entre estudiantes mejor preparados que otros, antes de iniciar el estudio de un determinado tema. Este parámetro permite también establecer si una metodología de enseñanza es efectiva a partir del conocimiento inicial del estudiante. Su fórmula es:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle pos \rangle - \% \langle pre \rangle}{100 - \% \langle pre \rangle}$$

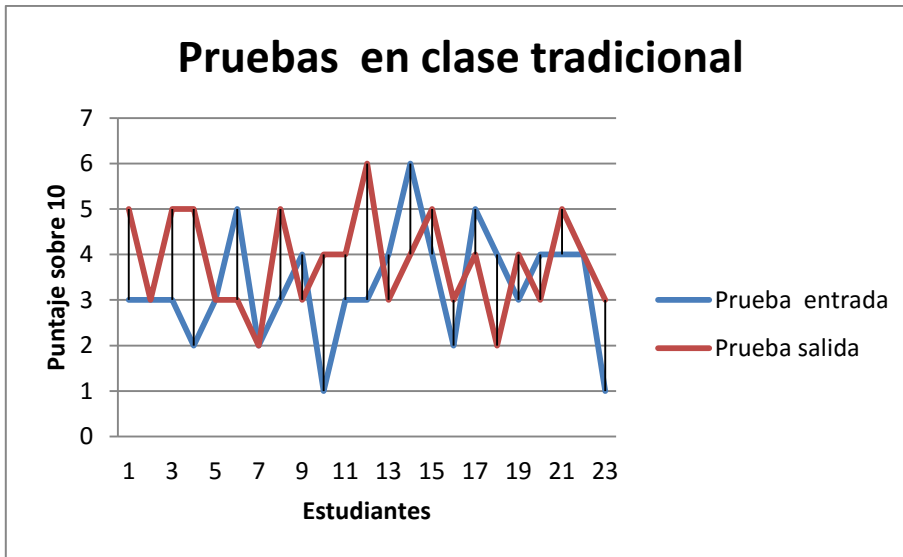
### **RESULTADOS**

Para el análisis de los datos se usaron herramientas estadísticas, de tal manera que permitan ordenar los resultados y contrastarlos, con el fin de llegar a conclusiones concretas (ver tabla 1).

**Tabla 1:** Calificaciones sobre diez de las pruebas de entrada y salida en la clase tradicional.

<b>Clase tradicional</b>			
<b>Estudiante</b>	<b>P entrada</b>	<b>P salida</b>	<b>G</b>
1	3	5	0,3
2	3	3	0,0
3	3	5	0,3
4	2	5	0,4
5	3	3	0,0
6	5	3	-0,4
7	2	2	0,0
8	3	5	0,3
9	4	3	-0,2
10	1	4	0,3
11	3	4	0,1
12	3	6	0,4
13	4	3	-0,2
14	6	4	-0,5
15	4	5	0,2
16	2	3	0,1
17	5	4	-0,2
18	4	2	-0,3
19	3	4	0,1
20	4	3	-0,2
21	4	5	0,2
22	4	4	0,0
23	1	3	0,2
<b>Promedio</b>	3,30	3,83	
<b>Desviación Estándar</b>	1,22	1,07	
<b>Tiempo prueba</b>	20 min	8 min	

En la Tabla 1 podemos observar las calificaciones de los estudiantes que participaron en el experimento de la clase tradicional, correspondientes a las pruebas de entrada y de salida, así como la respectiva ganancia absoluta de Hake entre estas pruebas. Al pie de la tabla se registran algunos datos estadísticos descriptivos, como el promedio y la desviación estándar, además de la Ganancia Absoluta. De igual modo, se registran los tiempos mínimo y máximo que emplearon los estudiantes en cada prueba.



**Figura 1:** Representación de los datos de la tabla 1

En la tabla 2 se representa a cada estudiante que participó de la clase con cambio conceptual, juntamente con las notas obtenidas sobre diez de la prueba de entrada y de la prueba de salida, y la correspondiente ganancia absoluta de Hake entre estas pruebas. Al pie de la tabla se registra el promedio, la desviación estándar de dichas pruebas, así como la Ganancia Absoluta. También se registran los tiempos mínimo y máximo que emplearon los estudiantes en cada prueba.

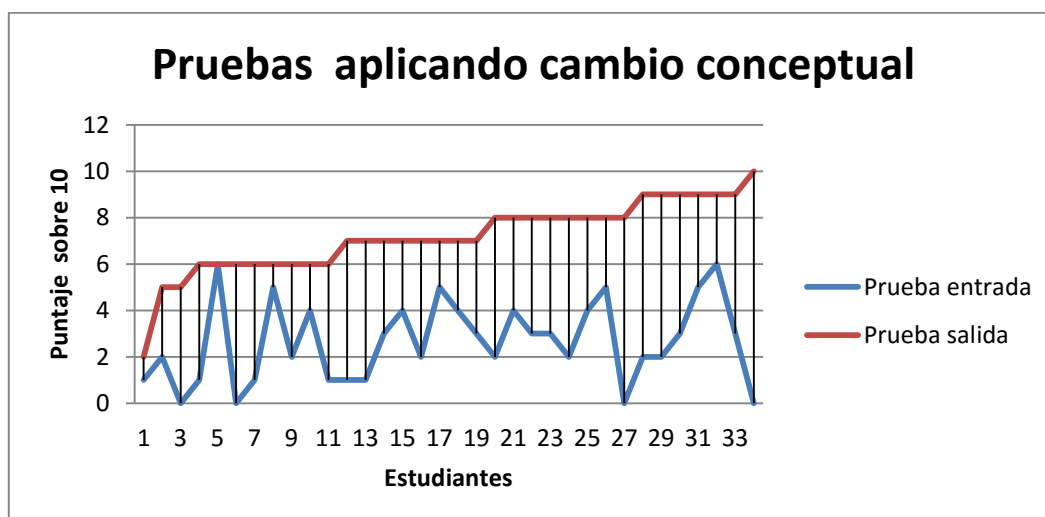
**Tabla 2:** Calificaciones sobre diez, de las pruebas de entrada y salida, en la clase con cambio conceptual.

<b>Clase con cambio conceptual</b>			
<b>Estudiante</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>G</b>
1	1	2	0,1
2	2	5	0,4
3	<b>no rindió</b>	5	
4	1	6	0,6
5	6	6	0,0
6	0	6	0,6
7	1	6	0,6
8	5	6	0,2
9	2	6	0,5
10	4	6	0,3
11	1	6	0,6
12	1	7	0,7
13	1	7	0,7
14	3	7	0,6
15	4	7	0,5
16	2	7	0,6
17	5	7	0,4
18	4	7	0,5
19	3	7	0,6
20	2	8	0,8
21	4	8	0,7
22	3	8	0,7
23	3	8	0,7
24	2	8	0,8
25	4	8	0,7
26	5	8	0,6
27	<b>no rindió</b>	8	
28	2	9	0,9
29	2	9	0,9
30	3	9	0,9
31	5	9	0,8
32	6	9	0,8
33	3	9	0,9
34	0	10	1,0
<b>Media</b>	<b>2,8</b>	<b>7,2</b>	<b>0,6</b>
<b>Desviación</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	
<b>Tiempo prueba</b>	<b>18 min</b>	<b>2min a 7 min</b>	

En la figura 2 se representa los datos registrados en la tabla 2.



Figura 2: Representación de los datos de la tabla 2



A continuación, se presenta la tabla de porcentaje de estudiantes que acertaron correctamente cada una de las diez preguntas contenidas en las pruebas de entrada y salida, tanto de los que recibieron clase tradicional, como de los que recibieron clase con cambio conceptual.

**Tabla 3:** Porcentajes de aciertos en las pruebas de entrada y salida, correspondientes a los dos grupos, de control (clase tradicional) y experimental (con cambio conceptual).

preguntas	Porcentaje de aciertos en pruebas						Aciertos	
	Clase tradicional			Clase con cambio conceptual				
	P. Entrada	P. salida	Mejora	P. Entrada	P. salida	Mejora	Psalida (de 32)	
1	30%	<b>39%</b>	<b>9%</b>	31%	79%	<b>48%</b>	26	81%
2	0%	<b>4%</b>	<b>4%</b>	3%	<b>47%</b>	<b>44%</b>	15	<b>47%</b>
3	26%	<b>39%</b>	<b>13%</b>	38%	91%	<b>54%</b>	29	91%
4	0%	<b>0%</b>	<b>0%</b>	0%	85%	<b>85%</b>	27	84%
5	0%	<b>9%</b>	<b>9%</b>	6%	79%	<b>73%</b>	26	81%
6	0%	<b>4%</b>	<b>4%</b>	9%	<b>29%</b>	<b>20%</b>	10	<b>31%</b>
7	78%	74%	<b>-4%</b>	75%	82%	<b>7%</b>	27	84%
8	87%	65%	<b>-22%</b>	44%	<b>50%</b>	<b>6%</b>	16	<b>50%</b>
9	35%	57%	<b>22%</b>	28%	74%	<b>45%</b>	23	72%
10	74%	87%	<b>13%</b>	44%	97%	<b>53%</b>	31	97%
Cant. Estud.	23			34			32	

De los 23 estudiantes que recibieron la clase tradicional, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Respecto a la prueba de entrada, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 1, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 3.3, y desviación estándar 1.22.
- En la prueba de salida, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 2, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 3.83, y desviación estándar 1.07.
- En cuanto a la ganancia absoluta de estas pruebas, su valor máximo fue 0.4, mientras que su valor mínimo fue de -5. El promedio de esta ganancia fue cero.

Con respecto a los estudiantes que recibieron la clase con cambio conceptual, en la prueba de entrada estuvieron presentes 32, mientras que durante la clase y en la prueba de salida estuvieron presentes 34 estudiantes. En este sentido, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Respecto a la prueba de entrada, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 0, mientras que el puntaje máximo fue 6, con un promedio de 2.8, y desviación estándar 1.7. Esta prueba duró 18 minutos.
- En la prueba de salida, el puntaje mínimo que se obtuvo fue 2, mientras que el puntaje máximo fue 10, con un promedio de 7.2, y desviación estándar 1.6. Esta prueba duró de 2 a 7 minutos.
- En cuanto a la ganancia absoluta de estas pruebas, su valor máximo fue 10, mientras que su valor mínimo fue de 0. El promedio de esta ganancia fue 0.6, solo se consideró a los 32 estudiantes que estuvieron desde la aplicación de la prueba de entrada.

Al considerar el porcentaje de los estudiantes que acertaron correctamente cada una de las diez preguntas de las pruebas de entrada y salida, tanto para los que recibieron la clase tradicional, como para los que recibieron la clase con cambio conceptual, se observa que el más alto logro obtenido en la clase tradicional es en la pregunta 9 con un 22%, y se aprecia un decaimiento (no mejora) de -4% y -22% en las preguntas 7 y 8 respectivamente. Mientras que en la clase con cambio conceptual se observa que el más alto resultado es en la pregunta 10 con un 97%, y se observa la menor mejoría en la pregunta 3 con un 31%.

De los datos obtenidos en las pruebas de entrada y de salida aplicadas a los estudiantes que recibieron clase con cambio conceptual, se observa que:

- Solo el 34.3 % consideraba que, en la Mecánica Clásica, la masa de un cuerpo ubicado en la superficie de la Tierra es constante en el tiempo. Finalmente, el 81% consideró lo afirmado.
- El 3.13% consideró que la magnitud de la fuerza que actúa sobre un cuerpo de masa  $m$  es independiente de masa y aceleración. Finalmente, el 47% optó por lo afirmado.
- El 37.5 % consideraba que la aceleración que adquiere un cuerpo depende de la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo. Finalmente, el 91% eligió lo afirmado.

- Escasamente el 3.13% expresaba correctamente mediante una ecuación la segunda ley de Newton sobre el movimiento, al considerar el concepto físico causa-efecto. Finalmente, el 84% optó por lo afirmado.
- Solo el 6.25% representaba correctamente, al considerar el concepto físico causa-efecto, la segunda ley de Newton. Finalmente, el 81% consideró lo afirmado.
- El 15.6 % consideró que cuando un cuerpo tiene aceleración, requiere de una fuerza que actúe sobre él. Finalmente, el 31% eligió lo afirmado.
- El 75% consideraba que cuando una fuerza constante actúa sobre un cuerpo, su aceleración es constante. Finalmente, el 84% optó por lo afirmado.
- El 31.3% consideraba que el peso de un cuerpo depende solo de la atracción gravitacional y no de su masa. Finalmente, el 50% eligió lo afirmado.
- El 28.13% consideró que, si un cuerpo desciende por un plano inclinado sostenido por una cuerda paralela al plano inclinado, y su rapidez aumenta, significa que la fuerza que ejerce la cuerda es menor que la componente del peso en la dirección del movimiento. Finalmente, el 72% se inclinó por lo afirmado.
- Apenas el 5% consideraba que, de acuerdo con la segunda ley de Newton, al disminuir la fuerza aplicada a un cuerpo, disminuye la aceleración que adquiere el cuerpo. Finalmente, el 87% eligió lo afirmado.

Las deficiencias en los conocimientos de Física, en gran medida, se deben a la forma de enseñar en el nivel secundario o bachillerato, donde se fomentan en el estudiante conocimientos y creencias equivocadas que luego resultan perjudiciales cuando ingresan a la Universidad. En nuestra realidad, el conocimiento que traen los bachilleres es insuficiente o distorsionado, lo que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El cambio conceptual a través de discusiones generadas entre estudiantes de un curso de Física, facilita el fortalecimiento y enriquecimiento de los conocimientos que poseen los educandos al inicio de un curso o estudio de un tema específico de las ciencias físicas. Esto se evidencia en los resultados de las dos pruebas (entrada y salida) que fueron tomadas al grupo experimental. Con ello, se concluye que la hipótesis alternativa es la que prevalece. De ahí que, es importante que los profesores indaguen sobre el conocimiento que tienen sus estudiantes respecto a los temas a estudiar, para lograr que estos expongan sus ideas a través de discusiones entre ellos. Además, debemos ayudar a mejorar sus ideas acerca del mundo, a partir de sus concepciones previas.

## REFERENCIAS

- Borgobello, A., Peralta, N. y Roselli, N. (2010). El estilo docente universitario en relación al tipo de clase y a la disciplina enseñada: qualitative and quantitative analysis in two disciplines taught and two classes types. *Liberabit*, 16(1), pp. 7-16.
- Castro, S. y Guzmán, B. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: una propuesta para su implementación. *Revista de investigación*, (58).
- Gallego, R. y Pérez, R. (2002). El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 401-414.
- Guzmán, B. y Castro, S. (2005). Las inteligencias múltiples en el aula de clases. *Revista de investigación*, (58).
- Janoher, X. B., Herbera, X. J. y Novell, M. (2003). Applets en la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), p. 463.
- Martínez, R. y Heredia, Y. (2010). Tecnología educativa en el salón de clase: estudio retrospectivo de su impacto en el desempeño académico de estudiantes universitarios del área de Informática. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(45), pp. 371-390.
- Miguel, O. (1986). Análisis comportamental de las leyes de Newton. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), pp. 51-55.
- Miguélez, M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda académica*, 7(1), p. 27.
- Requena, S. H. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2), pp. 26-35.
- Rosell, M. C. y Bars, I. S. (2005). La universidad ante la diversidad en el aula. *Aula abierta*, 85, pp. 57-84.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado. Revista de Currículum y formación de Profesorado*, 9(2).
- Solbes, J. y Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), pp. 103-112.
- Tapia, H. D. y Estrabao, A. E. (2016). El rediseño de la carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y Física de la Universidad Técnica "Luis Vargas Torres", ciudad Esmeraldas, Ecuador. *Opuntia Brava*, 8(2). Recuperado de [opuntiabrava.ult.edu.cu](http://opuntiabrava.ult.edu.cu)

Tippens, P. E. (2009). Segunda ley de Newton y ley de Hooke. *De Física II. Conceptos y aplicaciones*, pp. 4-6.