

# LA FÍSICA I A PARTIR DE INVARIANTES: SEGUIMIENTO EXPERIMENTAL

## Physics I from invariants: experimental pursuit

### RESUMEN

A partir de la estructuración del contenido de la Física I basada en lo que se denomina invariantes de la Mecánica Clásica como son las leyes de conservación del momentum lineal, el momentum angular y la conservación de la energía, se hizo el seguimiento experimental que se describe en el presente artículo, con el propósito de establecer la concepción integradora que sobre esa asignatura alcanzaron un grupo representativo de estudiantes de los distintos programas de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira. Para este propósito se establecieron como indicadores de la operacionalización de la mencionada concepción las habilidades identificar, deducir y aplicar cuantificados de la manera como se muestra.

**PALABRAS CLAVES:** Estructuración, invariantes, leyes, momentum, energía, integradora, habilidades, identificar, deducir, aplicar.

### ABSTRACT

*From the structuring of the content of Physics I cradle in which it denominates invariants of the Classic Mechanics as they are the conservation laws of the linear momentum, the angular momentum and the conservation of energy, was made the experimental pursuit that is described in the present article, in order establish the integrating conception that on that subject reached a representative group of students of the different programs from engineering of the Universidad Tecnológica de Pereira. For this intention the abilities settled down like indicators of the operationalisation of the mentioned conception to identify, to deduce and to apply quantified of the way as it is.*

**KEYWORDS:** abilities, energy, integrating, invariants, laws, momentum, structuring, to apply, to deduce, to identify.

### RAMIRO RAMÍREZ RAMÍREZ

Profesor Asociado  
Universidad Tecnológica  
de Pereira  
[rramirez@utp.edu.co](mailto:rramirez@utp.edu.co)

### JORGE FIALLO RODRIGUEZ

Físico, Ph.D.  
Profesor Titular  
Instituto Pedagógico  
Latinoamericano y  
Caribeño  
Cuba  
[fiallo47@yahoo.com.mx](mailto:fiallo47@yahoo.com.mx)

### GUILLERMO BERNAZA RODRIGUEZ

Físico, Ph.D.  
Profesor Titular  
Universidad de la Habana  
Cuba  
[bernaza@reduniv.edu.cu](mailto:bernaza@reduniv.edu.cu)

## 1 INTRODUCCIÓN

A partir de el análisis epistemológico de la Mecánica, desde una concepción dialéctico materialista; el análisis comparativo de diferentes textos utilizados como fuentes de consulta en la enseñanza de la Física en la UTP y en otras universidades estatales de Colombia; el análisis de los requerimientos de los programas para la formación de ingenieros en la UTP; el análisis de los requisitos de acreditación que plantea la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET); la identificación de las habilidades lógicas que puede formar la Física en la formación de ingenieros; el análisis de los programas de ingeniería, la programación estratégica de la UTP y la entrevista a profesores de Física y de otras especialidades, así como la experiencia del autor con más de 16 años en la docencia universitaria, se logro determinar no sólo los conocimientos, sino las habilidades y valores que componen el contenido de la Física I que se ofrece a los estudiantes de física de esa universidad.

La estructuración del contenido se realizó a partir de una concepción sistémica funcional estructural, identificando como invariantes del sistema las leyes generales de

conservación con base en lo cual se construyó la red conceptual piramidal correspondiente.

La orientación de la Enseñanza del contenido se hizo desde un enfoque histórico cultural, donde la actividad y la comunicación juegan un papel decisivo a través de la orientación del aprendizaje, a través del ascenso de lo abstracto a lo concreto.

A continuación se expone los resultados del seguimiento experimental de la propuesta sobre el contenido el cual tiene cuatro etapas: la primera, de valoración de la propuesta por parte de los docentes del Departamento de Física de la UTP; la segunda, de diagnóstico inicial con el grupo de estudiantes para determinar el estado inicial de los conocimientos previos antes de aplicar la propuesta; la tercera etapa, de formación en la que se enseña a 219 estudiantes la asignatura Física I con el contenido de acuerdo con la selección, estructuración y modos de enseñanza que se proponen en esta investigación y la prueba final, cuarta etapa, para comprobar la solidez de lo aprendido al cabo de un semestre de finalizada la asignatura de Física I.

## 2 ETAPAS

Con ese fin, se tuvieron en cuenta los siguientes momentos:

1. *Planeación*: donde se tuvo en cuenta la definición del objetivo general de la seguimiento experimental, la determinación de la muestra, el establecimiento de las variables dependiente e independiente, sus indicadores y mediciones.
2. *Metodología*: precisión de los métodos, técnicas e instrumentos que se han aplicados.
3. *Resultados e interpretaciones del seguimiento experimental realizado*.

**2.1 Planificación**

La planificación tuvo como objetivo general: *Valorar cómo mejoran los aprendizajes del contenido en una concepción integradora de Física I en los estudiantes del primer año de los programas de ingeniería de la UTP.*

**2.1.1 Variables**

Teniendo en cuenta el objetivo a alcanzar se proponen las variables y sus respectivos indicadores, tabla 1.

Variable independiente: Contenido de la Física I (selección, estructuración y modo de enseñanza)

Variable dependiente: Concepción integradora del contenido de la Física I

**Tabla 1 Variables e indicadores del seguimiento experimental**

VARIABLE	INDICADORES	MEDICIONES
Concepción integradora del contenido de la Física I	Identificar (I) las leyes, principios y conceptos esenciales que explican el fenómeno físico particular dentro del problema ingenieril	a. Identifica las características necesarias y suficientes (esenciales) del concepto de conservación de momentum (Ia) b. Identifica parcialmente las características necesarias del concepto de conservación de momentum (Ib) c. NO identifica las características necesarias del concepto de conservación de momentum (Ic)
	Deducir (D) a partir de las leyes, principios y conceptos esenciales identificados su aplicación particular	a. Duce a partir del concepto físico de conservación de momentum aquellos casos particulares (Da) b. Duce parcialmente a partir del concepto físico de conservación de momentum aquellos casos particulares (Db) c. NO deduce a partir del concepto físico de conservación de momentum aquellos casos particulares (Dc)
	Aplicar (A) lo deducido a la resolución de problemas	a. Aplica el concepto físico de conservación de momentum en la resolución de problemas físicos, de forma deductiva o transfiriéndola a casos nuevos (Aa) b. Aplica parcialmente el concepto físico de conservación de momentum en la resolución de problemas físicos, de forma deductiva o transfiriéndola a casos nuevos (Ab) c. NO aplica el concepto físico de conservación de momentum en la resolución de problemas físicos, de forma deductiva o transfiriéndola a casos nuevos (Ac)

**2.1.2 Población y muestra**

La población está constituida por 506 estudiantes de ingeniería que cursaron Física I en la Universidad Tecnológica de Pereira. Con una edad promedio de 19 años. Las evaluaciones de las pruebas diagnósticas realizadas por la UTP que valoraron aspectos sobre los avances de sus aprendizajes y los resultados de matemáticas muestran un comportamiento prácticamente homogéneo.

Para determinar la muestra se utilizó el muestreo aleatorio simple, que tiene como fórmula la siguiente:

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{\delta^2}$$

Donde:

- Z: confianza
- p: porcentaje de éxito
- q: porcentaje de fracaso
- δ: nivel de error

Para una confianza del 95% y un nivel de error del 5% dio como resultado:

$$n_0 = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2} = 384,16 \text{ (Población infinita)}$$

Determinando la aplicación del factor de corrección en poblaciones finitas se tiene que:

$$n = \frac{384,16}{1 + \frac{384,16}{506}} = 218,38 \approx 219$$

**2.1.3 Condiciones donde se realizó el seguimiento experimental**

**Profesor**

El profesor que lleva a la práctica la enseñanza del contenido de la Física I es el propio autor de esta investigación.

**Materiales**

Se utilizaron cartillas o manuales escritos por el propio autor de la tesis que constituye anexos a este trabajo, que contienen los aspectos teóricos de la Física I. Esta cartilla fue elaborada teniendo en cuenta las experiencias prácticas previas a la realización de este seguimiento experimental, por lo tanto, en ella se reflejan las sugerencias de los propios estudiantes y de algunos profesores del Departamento de Física de la UTP. Independientemente de esto, fueron utilizados otros libros de consulta que habitualmente se emplean para esta asignatura.

**2.2 Metodología**

- Valoración de la propuesta por los docentes del Departamento de Física de la UTP a través de método de discusión grupal.
- El diagnóstico inicial antes de aplicar la propuesta, utilizó la encuesta valorativa de los conocimientos previos y de forma autovalorativa.
- Guía de observación semanal para determinar el comportamiento de los estudiantes en el aula de clase con relación a los valores responsabilidad, independencia, honestidad, colaboración y respeto.
- Se aplicaron 4 pruebas a lo largo del semestre académico para valorar en qué medida el contenido seleccionado, estructurado y enseñado contribuyó a mejorar el aprendizaje de la Física I en una concepción integradora de esta asignatura. Con ese propósito:
  - El primer parcial se relacionó con las leyes de Newton como consecuencia de la conservación del momentum lineal y su conexión con el movimiento traslacional.
  - El segundo parcial en términos de las leyes de Newton ahora como consecuencia de la conservación del momentum tanto lineal

como angular; en este caso se integran lo traslacional con lo rotacional.

- En el tercer parcial la ley de conservación de la energía y su integración con la conservación del momentum para abordar el tema de las colisiones.
- El examen final con buena parte del contenido de la asignatura.
- En la prueba final se trato de valorar hasta qué punto los estudiantes logran solidez en el aprendizaje de la Física I, particularmente de su contenido, con una concepción integradora. La solidez según Talizina (1984) depende de las características forma, grado de generalización y grado de automatización. Estas características durante el proceso de enseñanza se tuvieron en cuenta aunque no de una forma planificada porque el objetivo de esta investigación no correspondía con esos propósitos, no obstante esta prueba tuvo como objetivo valorar en qué medida los estudiantes una vez transcurrido un tiempo de haber recibido el contenido de la Física I en la concepción integradora que se defiende eran capaces de demostrar que poseían ese conocimiento.

## 2.3 Resultados e interpretación

### 2.3.1 Valoración de la propuesta

Se realizó un taller de discusión con los profesores del Departamento de Física de la UTP, donde asistió el 97% de los profesores de planta. Se realizó una exposición de la propuesta del contenido (selección, estructuración y modo de enseñanza). Se trabajó en pequeños grupos de discusión y se arribaron a los siguientes resultados:

- Se consideró válida la propuesta sobre la base de que la misma ofrece la posibilidad de que los estudiantes logren un cuadro de la Física más unificado.
- Se propuso que sobre esa base, se incorporara la termodinámica y los fluidos a la Física I, partiendo de las leyes de conservación.
- La red conceptual piramidal tuvo aceptación por los profesores, así como las acciones que mueven esos conceptos, principios y leyes generales, en general la teoría, y que recibieron también el conceso de los profesores, ellas son la identificación, la deducción y la aplicación. Esas acciones una vez sistematizadas se convierten en habilidades que posibilitan la resolución de problemas en Física.

### 2.3.2 Diagnóstico inicial

Al aplicar la encuesta valorativa a los estudiantes que estaban iniciando el curso de Física I, se evidenció que el 79% de ellos no identificaban la relación entre los contenidos estudiados antes de la aplicación de la propuesta.

Dentro de las observaciones, el 78% indicó no tener los conocimientos necesarios para resolver las preguntas, el 35% afirmaron no tener conocimientos de Física y el 21% dijeron no recordar la información necesaria para resolver los problemas.

Lo anterior evidencia que los aprendizajes de los estudiantes eran atomísticos, dispersos y no consolidados. Mucho menos en una concepción integradora de las enseñanzas anteriores.

### 2.3.3 Observación en clases

A lo largo del semestre académico se realizaron 15 observaciones de los estudiantes para valorar su comportamiento en el aula de clase en relación con los valores responsabilidad, independencia, honestidad, colaboración y respeto.

La guía permite valorar la frecuencia con que se manifiestan estos valores, como parte del contenido, en el grupo de estudiantes. Si bien este seguimiento debió ser individual, los resultados de la frecuencia con se manifiesta cada valor en el grupo ofrece una idea de su formación en la mayoría de los estudiantes. El 73% de los estudiantes mostraron una conducta responsable, el 50% revelaron independencia, el 78% presentaron actitudes honestas, el 91% fueron colaboradores y el 95% presentó respeto durante las actividades de aprendizaje, específicamente, en la resolución de problemas.

Evidentemente, la independencia queda con el por ciento más bajo, lo cual evidenció que fue necesario apoyos sistemáticos durante el aprendizaje por parte del profesor y que la mayoría no están habituados a resolver los problemas sin esas ayudas. La independencia sigue constituyendo un aspecto de la personalidad que los estudiantes presentan dificultades durante sus estudios universitarios. Por otra parte, la colaboración entre los estudiantes, aumentó significativamente, teniendo en cuenta que generalmente este tipo de valor no se desarrolla mucho en nuestras aulas.

### 2.3.4 Pruebas parciales

Se entiendo por concepción integradora del contenido de la Física aquel pensamiento que construye el estudiante con el aprendizaje del contenido, sobre la base de su generalidad y esencialidad, que contribuye a formar en él un cuadro unificado de la Física. Ese pensamiento se ha formado en el estudiante cuando es capaz de resolver problemas demostrando capacidad para identificar, deducir y aplicar ese contenido con independencia.

Las pruebas parciales y final de la asignatura Física I se realizaron teniendo en cuenta los tres indicadores propuestos, es decir: identificar, deducir y aplicar. En la calificación de las mismas se tuvieron en cuenta esos indicadores (tabla 1) y tres niveles de cumplimiento de la acciones.

#### Primer parcial

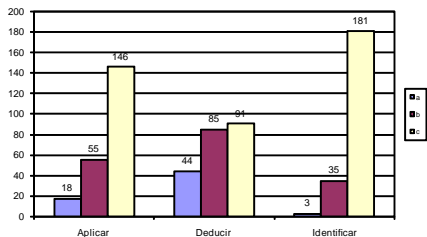
El primer parcial realizado en la semana 7 del semestre académico, donde se evaluaron los conocimientos relacionados con la conservación del momentum lineal y las leyes de Newton. Los resultados obtenidos con la estadística descriptiva se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2 Resultados del primer parcial**

INDICADOR	MEDICIÓN NIVEL a	MEDICIÓN NIVEL b	MEDICIÓN NIVEL c
Identificar (I)	1,3%	16,0%	82,7%
Deducir (D)	20,0%	38,7%	41,3%
Aplicar (A)	8,0%	25,3%	66,7%

Lo cual muestra que los indicadores presentan menor porcentaje en el nivel a, el cual es el nivel alto para identificar, deducir y aplicar. La figura 1 permite visualizar el número de estudiantes clasificados por indicador y medición.

**Figura 1 Primer parcial**



Para cada uno de los niveles a, se tiene una estimación puntual de cada una de los indicadores, es conveniente acompañar dicha proporción por un intervalo de valores posibles, lo cual se realizó utilizando el intervalo de confianza de la inferencia estadística.

$$IC_p = \hat{p} \pm \left[ Z_{\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \right]$$

Donde

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ : valor asignado con base al nivel de confianza

confianza

$\hat{p}$ : porcentaje de éxito por indicador

$\hat{q}$ : porcentaje de fracaso por indicador

n: tamaño de muestra

Con un nivel de confianza del 95% se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3 Intervalo de confianza - Primer parcial**

INDICADOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Identificar	-0,2%	2,9%
Deducir	14,7%	25,3%
Aplicar	4,4%	11,6%

**Segundo parcial**

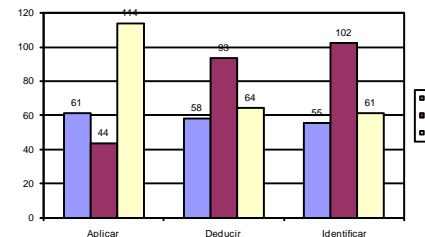
El segundo parcial realizado en la semana 11 del semestre académico, donde se evaluaron los conocimientos relacionados con principio de conservación del momentum lineal y angular de una partícula y de un sistema de partículas. La tabla 6 muestra lo obtenido con la estadística descriptiva:

**Tabla 4 Resultados del segundo parcial**

INDICADOR	MEDICIÓN NIVEL a	MEDICIÓN NIVEL b	MEDICIÓN NIVEL c
Identificar (I)	25,3%	46,7%	28,0%
Deducir (D)	27,0%	43,2%	29,7%
Aplicar (A)	28,0%	20,0%	52,0%

Donde se visualiza que los indicadores identificar y deducir tienen el valor más bajo en el nivel a, mientras que el indicador aplicar presenta en el nivel a, un mejoramiento del 20% con respecto al primer parcial. La figura 4 muestra los resultados del parcial donde con respecto al parcial anterior, el indicador aplicar muestra un incremento de 43 estudiantes en el indicador a. Para deducir, en el nivel a se encontró un incremento de 14 estudiantes y para finalizar identificar incremento en el nivel a de 52 estudiantes.

**Figura 2 Segundo parcial**



La estimación puntual de cada una de los indicadores en el nivel a se acompaña con un intervalo de valores posibles, lo cual se realizó utilizando el intervalo de confianza de la inferencia estadística.

Con un nivel de confianza del 95% se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 5 Intervalo de confianza - Segundo parcial**

INDICADOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Identificar	19,6%	31,1%
Deducir	21,1%	32,9%
Aplicar	22,1%	33,9%

Estadísticamente se comprueba que el resultado del 2doParcial en el indicador identificar y en aplicar es mayor que el resultado del 1erParcial, por su parte el resultado del 2doParcial en el indicador deducir presenta un traslapo con el resultado del 1erParcial para lo cual se utilizó prueba de hipótesis de la siguiente manera:

Definición de hipótesis

Ho: P1erParcial = P2doParcial

Ha: P1erParcial < P2doParcial

Calculo de Z (estadístico de prueba)

$$Z = \frac{P1erParcial - P2doParcial}{\sqrt{(pq)\left(\frac{1}{n1erParcial} + \frac{1}{n2doParcial}\right)}}$$

Donde

p: porcentaje promedio

q: complemento de p

P1erParcial: porcentaje de indicador en el primer parcial

P2doParcial: porcentaje de indicador en el segundo parcial

n1erParcial: tamaño de muestra primer parcial  
 n2doParcial: tamaño de muestra segundo parcial

$$Z = \frac{0,2 - 0,27}{\sqrt{(0,24 \times 0,76) \left( \frac{1}{219} + \frac{1}{219} \right)}} = -1,73$$

Calculo de ValorP (significancia de la prueba)

$$ValorP = P(Z \leq -1,73) = 0,04$$

Como el valor de P es menor que el nivel de significancia (0,05) hay evidencias suficientes para rechazar Ho, por lo tanto se tiene que la proporción del 1erParcial es menor que la proporción del 2doParcial.

**Tercer parcial**

El tercer parcial realizado en la semana 16 del semestre académico, donde se evaluaron los conocimientos relacionados con principio de conservación de la energía, aplicaciones a sistemas discretos y continuos de partículas como las colisiones. A continuación se presenta la tabla con los resultados.

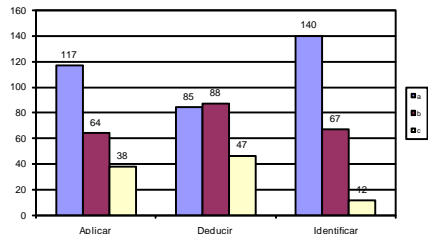
**Tabla 6 Resultados del tercer parcial**

INDICADOR	MEDICIÓN NIVEL a	MEDICIÓN NIVEL b	MEDICIÓN NIVEL c
Identificar (I)	64,0%	30,7%	5,3%
Deducir (D)	38,7%	40,0%	21,3%
Aplicar (A)	53,3%	29,3%	17,3%

Los indicadores identificar, deducir y aplicar presentan un incremento en el nivel a con respecto al 2doParcial.

La figura 3 muestra que con respecto al parcial anterior, aplicar incremento en 56 estudiantes el nivel a. Con respecto a deducir se encontró que para el nivel a se incrementaron 27 estudiantes y para identificar en el nivel a se incrementaron 85 estudiantes.

**Figura 3 Tercer parcial**



Para cada estimación puntual en el nivel a se utilizó el intervalo de confianza de la inferencia estadística para encontrar un intervalo de valores posibles.

Con un nivel de confianza del 95% se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 7 Intervalo de confianza - Tercer parcial**

INDICADOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Identificar	57,6%	70,4%
Deducir	32,2%	45,1%
Aplicar	46,7%	59,9%

Estadísticamente se comprueba que el resultado del 3erParcial en el indicador identificar y en aplicar es mayor que el resultado del 2doParcial, por su parte el

resultado del 3erParcial en el indicador deducir presenta un traslapo con el resultado del 2doParcial para lo cual se utilizó prueba de hipótesis con:

$$H_0: P_{2doParcial} = P_{3erParcial}$$

$$H_a: P_{2doParcial} < P_{3erParcial}$$

Dando como resultado un valor de P menor que el nivel de significancia, por lo cual hay evidencias suficientes para rechazar Ho, por lo tanto se tiene que la proporción del 2doParcial es menor que la proporción del 3erParcial.

**Examen final**

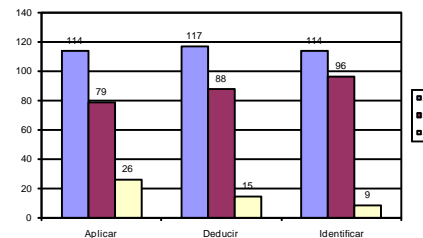
El examen final realizado en la semana 18 del semestre académico, donde se evaluaron los conocimientos relacionados con todos los conceptos asociados con la concepción del curso. En la tabla 8 se presentan la información consolidada de la evaluación:

**Tabla 8 Resultados del examen final**

INDICADOR	MEDICIÓN NIVEL a	MEDICIÓN NIVEL b	MEDICIÓN NIVEL c
Identificar (I)	52,0%	44,0%	4,0%
Deducir (D)	53,3%	40,0%	6,7%
Aplicar (A)	52,0%	36,0%	12,0%

En la figura 4 se visualiza que con respecto al parcial anterior, aplicar decremento en 3 estudiantes el nivel a. Para deducir se incrementó en 32 estudiantes para el indicador a. Y el indicador identificar en el nivel a decremento en 26 estudiantes.

**Figura 4 Examen final**



Se encontró un intervalo de valores posibles para cada estimación puntual en el nivel a, utilizando el intervalo de confianza de la inferencia estadística.

Con un nivel de confianza del 95% se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 5 Intervalo de confianza - Examen final**

INDICADOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Identificar	45,4%	58,6%
Deducir	46,7%	59,9%
Aplicar	45,4%	58,6%

Estadísticamente se comprueba que el resultado del ExFinal en el indicador deducir es mayor que el resultado del 3erParcial, por su parte el resultado del ExFinal en los indicadores identificar y aplicar presentan un traslapo con el resultado del 3erParcial para lo cual se utilizó prueba de hipótesis así:

$$H_0: P_{3erParcial} = P_{ExFinal}$$

$$H_a: P_{3erParcial} > P_{ExFinal}$$

Dando como resultado para identificar un valor de P de 0,01 menor que el nivel de significancia, por lo cual hay

evidencias suficientes para rechazar  $H_0$ , por lo tanto se tiene que la proporción del 3er Parcial es mayor que la proporción del ExFinal. Mientras que el valor de P en aplicar es de 0,39 mayor que el nivel de significancia, por lo cual no hay evidencias suficientes para rechazar  $H_0$ , por lo tanto se tiene que la proporción del 3er Parcial es igual a la proporción del ExFinal.

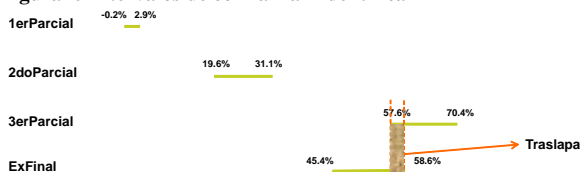
Con respecto al primer parcial la variación se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 9 Primer parcial vs examen final**

INDICADOR	MEDICIÓN NIVEL a			MEDICIÓN NIVEL b			MEDICIÓN NIVEL c		
	Primer Parcial	Examen Final	Variación	Primer Parcial	Examen Final	Variación	Primer Parcial	Examen Final	Variación
Identificar (I)	3	114	111	35	96	61	181	9	-172
Deducir (D)	44	117	73	85	88	3	91	15	-76
Aplicar (A)	18	114	96	55	79	24	146	26	-120

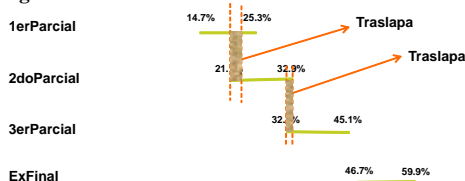
La siguiente figura se muestran los intervalos de confianza para el indicador identificar, donde estadísticamente se pudo comprobar que el resultado del ExFinal es mayor que el resultado del 1erParcial mostrando así un mejoramiento por parte de los estudiantes en la identificación de leyes, principios y conceptos esenciales que explican el fenómeno físico particular dentro del problema ingenieril.

**Figura 6 Intervalos de confianza - Identificar**



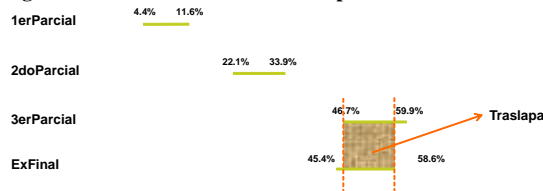
Los intervalos de confianza del indicador deducir (figura 7), dejan ver que estadísticamente se comprobó que el resultado del ExFinal es mayor que el resultado del 1erParcial mostrando así un mejoramiento por parte de los estudiantes en la deducción a partir de las leyes, principios y conceptos esenciales identificados, su aplicación particular.

**Figura 7 Intervalos de confianza - Deducir**



Para el indicador aplicar, los intervalos de confianza se muestran en la figura 8, que permiten visualizar la comprobación estadística de que el resultado del ExFinal es mayor que el resultado del 1erParcial mostrando un mejoramiento por parte de los estudiantes de la aplicación de lo deducido en la resolución de problemas.

**Figura 8 Intervalos de confianza - Aplicar**



**2.3.5 Prueba final para comprobar de solidez**

Al aplicar la prueba a los estudiantes que cursaron Física I, desarrollado con la concepción integradora propuesta, se evidenció que el 82% de ellos poseían los conocimientos necesarios para contestar acertadamente las cinco preguntas presentadas.

Dentro de las observaciones, el 72% indicaron que la metodología realizada había influido en su apropiación de conocimiento y un 25% indicaron que los conocimientos aprendidos en Física I le habían permitido obtener un buen desempeño en la asignatura Física II.

**3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- El contenido de la Física constituye una vía para contribuir a formar en los estudiantes una concepción integradora de la Física I. Con ese fin es necesario seleccionar y estructurar el contenido, así como modelar su enseñanza.
- El seguimiento experimental constató que el contenido de la Física I seleccionado, estructurado y enseñado como se propone en esta investigación logra contribuir a la formación de una concepción integradora de esa asignatura en los estudiantes.
- Los estudiantes mejoraron paulatinamente el aprendizaje no sólo de conocimientos, sino también se pudo constatar el dominio gradual de las habilidades generales y esenciales definidas para la Física I, de forma individual, y de valores como la responsabilidad, independencia, colaboración, honestidad y respeto, de forma grupal.

**4 BIBLIOGRAFÍA**

[1] ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA URSS. (1962). Ensayos Sobre el Desarrollo de las Ideas Básicas de la Física. Ediciones Pueblos Unidos S. A. Uruguay

[2] DOUGLAS A., L. (2005). Estadística aplicada. McGraw Hill. México

[3] RESHETOVA, Z. A. (1988). Realización de los principios del enfoque sistémico en las asignaturas, en: Análisis sistémico aplicado a la Educación Superior. CEPES-UC. Cuba

[4] TALÍZINA, N. F. (1984). Conferencias sobre “Los fundamentos de la educación Superior”. Universidad de la Habana. Cuba

[5] VYGOTSKI, L. S. (s/f). Interacción entre enseñanza y desarrollo. Material Impreso. Cuba