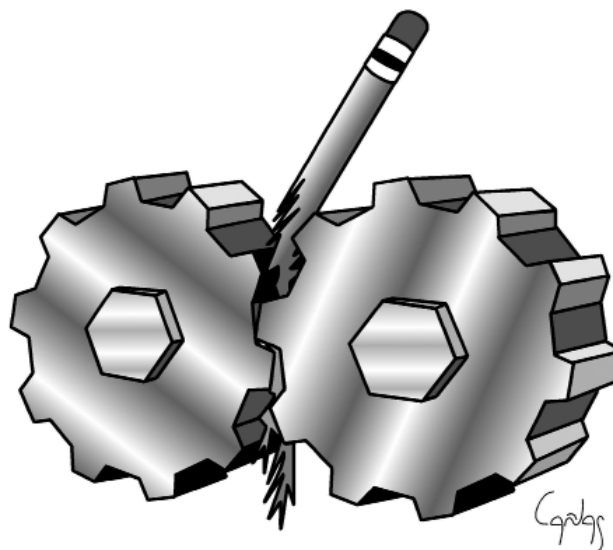


PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE PÉNDULO SIMPLE

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR
THE PRACTICE OF
“SIMPLE PENDULUM” LABORATORY

METODOLÓGICA PROPOSTA PARA A PRÁTICA
DE LABORATÓRIO DE “PÊNULO SIMPLES”

EDUARDO ENRIQUE MARTÍNEZ GUILLÉN
eduardmart8@gmail.com
emartin@ciens.ula.ve
JOSE BENIGNO CACERES MORENO
caceres@ula.ve
ELADIO JESÚS BUSTAMANTE PEREIRA
ebustama@ula.ve
eladiobustamantep@hotmail.com
Universidad de Los Andes
Núcleo “Rafael Rangel”
Trujillo, edo. Trujillo, Venezuela.



Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2011
Fecha de aceptación: 30 de abril de 2012

Resumen

En la presente investigación se plantea una nueva propuesta de la práctica de laboratorio “Péndulo Simple”, basada en una perspectiva didáctica alternativa a la metodología tradicional, que, apoyada en un esquematismo metodológico, convertía la labor del profesor y del estudiante en una búsqueda mecánica de resultados que separan lo conceptual-físico de las virtudes propias del método experimental. Al evaluar cuantitativa y estadísticamente a través del promedio aritmético y armónico y el Análisis de la Varianza las pruebas de entrada y salida, los grupos de estudiantes en general dieron una diferencia de entre 2 y 5 puntos aproximadamente.

Palabras clave: dinámica, péndulo simple, evaluación, mapas conceptuales.

Abstract

A new proposal for the practice of laboratory “Simple pendulum”, based on an alternative to the traditional methodology didactic perspective, arises in the present investigation, resting on a methodological schematic, became a mechanical search results that separate conceptual-físico of the virtues of the experimental method of the teacher and the student’s work. Evaluating quantitative and statistically through the arithmetic and harmonic average and the analysis of variance tests for input and output, groups of students in general gave a difference of between 2 and 5 points approximately.

Keywords: dynamics, pendulum simple, assessment, conceptual maps.

Resumo

Uma nova proposta para a prática de laboratório “simples pêndulo”, baseado em uma alternativa à perspectiva didática metodologia tradicional, surge no presente inquirido, descansando em um esquema metodológico, tornou-se um mecânico Buscar resultados que separado conceitual-físico das virtudes do método experimental do professor e o trabalho do aluno. Avaliação quantitativa e estatisticamente através da análise de variância de ensaios para entrada e saída, grupos de estudantes em geral e média harmônica e a aritmética deu aproximadamente uma diferença de entre 2 e 5 pontos.

Palavras-chave: dinâmica, pêndulo simples, avaliação, mapas conceituais.



INTRODUCCIÓN



En el siguiente trabajo exponemos cómo se ha diseñado y aplicado una nueva propuesta metodológica para presentar las clases de laboratorio correspondiente a la práctica de Péndulo Simple, arreglo experimental que consiste en una masa suspendida a través de un hilo inextensible (Chourio, Rueda y Sagredo, 1997). Desde el punto de vista del proceso de enseñanza, para mostrar conceptos y principios físicos, el péndulo simple es importante para las materias teóricas de la física, así como en los laboratorios de Física General y Física 11 en temas como: la cinemática, dinámica, movimiento oscilante, este último es muy útil para modelar el movimiento de objeto de trayectorias oscilatorias no amortiguada para ángulos pequeños ($\theta < 25^\circ$) que es el caso particular movimiento armónico simple.

En la enseñanza de materias prácticas iniciales de los laboratorios de físicas, el péndulo simple, es un montaje experimental sencillo y fácil de reproducir, recrear, que permite al alumno determinar la aceleración de la gravedad con una precisión y exactitud aceptable en comparación con sistemas experimentales más complejos y sofisticados.

El péndulo simple está presente en la física desde hace varios siglos como se muestra en el trabajo de Solaz, Moreno, y San José (2008, pp. 47 y 48) en el cual se realizó un estudio bibliométrico de bibliografías relacionadas con el péndulo durante los años 1629 hasta 1885, con la intención de entender la forma que se construye la ciencia, cómo los investigadores trabajan, lenguas que utilizan, colaboración de los trabajos, productividad, interacción de la ciencia, tecnología y sociedad, que

pueden ser útiles en la didácticas. Sobre su importancia estos autores dicen:

Indicaremos, en relación con estos trabajos publicados, que en ellos aparecen científicos tan sobresalientes como: Galileo, Huygen, Newton, Hooke, Halley, Mariotte, Bernouilli, Celsius, D'Alambert, Poisson, Foucault, Stokes, etc. Como deja entrever Khun, Galileo fue el descubridor del péndulo. Aunque mucho antes del nacimiento de Galileo muchas personas habían visto oscilar un objeto del extremo de una cuerda hasta que finalmente quedaba en reposo, Galileo rompió con el paradigma aristotélico y vio el péndulo como un cuerpo que seguía un movimiento periódico. A partir de ese momento, el péndulo tuvo un sin número de aplicaciones en la ciencia y en la técnica. Además el péndulo, uno de los instrumentos más humildes en nuestros laboratorios, nos ofrece la posibilidad de llevar trabajos como pequeñas investigaciones. Esto es, trabajos prácticos concebidos para efectuar una investigación dirigida, coherente con la metodología científica, y que estimule el pensamiento divergente de los alumnos y la libre manifestación de opiniones a través de la emisión de hipótesis o el diseño de experimentos.

El autor Viennot (1989) presenta un estudio sobre los razonamientos de los estudiantes en física, principalmente en la enseñanza superior en temas importantes de la física como la cinemática, dinámica, óptica, circuito eléctricos, entre otros. En el caso particular del péndulo simple este autor presentó diferentes eventos de cinemática y análisis de fuerza en el ámbito de la dinámica, por medio de un cuestionario tabuló las respuestas de los estudiantes, siendo uno de los resultados más sobresalientes las respuestas de “fuerzas ilegítimas” en contraste con las fuerzas de interacción reales, peso y tensión, mostrando lo útil del péndulo simple para la comprensión del concepto de fuerza de parte de los alumnos.

Nuestra propuesta comienza con el estudio de la metodología tradicional, en especial la basada en la bibliografía existente en la Facultad de Ciencias y el Núcleo Universitario “Rafael Rangel” de la ULA (Chourio y otros, 1997) que se apoya en un esquematismo metodológico que convierte la labor del profesor y del estudiante en una búsqueda mecánica de resultados y manipulación de fórmulas con énfasis en acciones procedimentalistas que separaban lo conceptual-físico de las virtudes propias del método experimental. Esta práctica tradicional, lógicamente, tiene consecuencias pedagógicas negativas en el proceso de aprendizaje al ocultar los conceptos básicos físicos, obstaculizando la capacidad de descubrimiento y creatividad del estudiante y, finalmente, creando una actitud desinteresada y de distanciamiento de las actividades propias de los trabajos prácticos de laboratorio.

Luego se aplicó una propuesta metodológica alternativa a los alumnos de los cursos de Laboratorio de Física General y Laboratorio Física 11, durante los años 2005, 2006, 2007 y 2009. Agrupados las siete secciones en 7 grupos.

Esta nueva metodología consistió en la búsqueda de una enseñanza activa fundamentada en el conflicto cognitivo-desequilibrio-equilibrio (Martín, 1991), buscando formar un estudiante más activo, creativo, informado que recreara y redescubriera los fundamentos físicos por medio de una dinámica experimental y científica. Para ello, se aplicó durante las cuatro horas de práctica, diversas técnicas didácticas y pedagógicas, entre ellas se usó clase teórica haciendo énfasis en los conceptos Físicos previos y básicos asociados a la Dinámica, Movimiento Oscilante, Movimiento Armónico Simple y a la Metodología Experimental, los mapas conceptuales, técnicas de evaluación formativa, pruebas objetivas.

1. EL PÉNDULO SIMPLE Y EL PROBLEMA DE LAS METODOLOGÍAS DE LABORATORIO

El objetivo fundamental de este estudio fue contrastar la propuesta tradicional de desarrollo de la práctica de laboratorio de Péndulo Simple con una propuesta alternativa, buscando confrontar las siguientes perspectivas didácticas: Alumno protagonista del experimento vs. Reproductor de instrucciones para la simple búsqueda de resultados predeterminados; Evaluación Continua y Problematicadora vs. Evaluación de logros; Experimento para mejor conocimiento de la Física Vs Énfasis en la Teoría de la Medición; atendiendo, además, las siguientes preguntas: ¿Qué papel juega el Péndulo Simple como medio experimental que muestra el fenómeno físico?, ¿Cómo diseñar una metodología experimental que despierte el interés cognitivo del estudiante universitario?, ¿Cómo lograr, vía experimento, que el estudiante busque, reconozca, aplique y profundice la comprensión de conceptos y leyes físicas estudiadas?

1.1 PROPUESTA METODOLÓGICA TRADICIONAL

Esta propuesta generalmente se basa en guías de laboratorio (Chourio y otros, 1997), tipo recetas con procesos mecanicistas (Gil, 1997), que aunque se proponen estudiar conceptos físicos, hacen el mayor énfasis en la teoría de errores, en procedimientos, que más que rigurosos pasos científicos, son pautas definitivas que coartan u obstaculizan la propia búsqueda y toma de decisiones de los estudiantes y la obtención de resultados por los resultados mismos, finalmente, todo esto lleva al profesor a asumir una actitud distante y burocrática, tal como se observa en el mapa conceptual, que proporciona un resumen

esquemático de lo aprendido y ordenado de manera jerárquica (Lobo, 2002), de la propuesta tradicional figura 1.

1.2 PROPUESTA METODOLÓGICA ALTERNATIVA

Se construyó una propuesta metodológica alternativa, que se presenta en el mapa conceptual mostrado en la figura 2. Su objetivo central consistió en provocar un cambio de actitud en el estudiante mediante la promoción de un conflicto cognitivo, proceso que permite vincular el conocimiento nuevo con las experiencias de aprendizaje previos, para estimular en los estudiantes una actitud crítica hacia el conocimiento científico, para ello se partió de los conceptos que el estudiante manejaba hasta la práctica (noción sobre Dinámica) y se les introdujo en la situación experimental. Las dificultades de comprensión y solución de los problemas planteados se resolvieron al construir un nuevo concepto relacionado con la determinación de la aceleración de gravedad.

Para lograr todo esto se aplicaron las siguientes estrategias didácticas y evaluadoras:

1. Una prueba objetiva corta de entrada (PCE), con la intención de diagnosticar los conocimientos previos del estudiante y promover la toma de conciencia sobre el estado de su propia información científica, esto permitió clarificar la búsqueda futura en el proceso experimental y de resultados.
2. Una clase teórica, haciéndose énfasis en ella en la discusión sobre los fundamentos físicos de la práctica de Péndulo Simple, entre ellos: Movimiento Oscilante, Método Experimental (Figuroa, 2003), Dinámica, en este último punto la Segunda Ley de Newton (Marcelo, 1986):

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

(1) y el principio de conservación de la energía (Serway, 1996) Tomamos en cuentas las simplificaciones físicas correspondientes, y finalmente la obtención de la ecuación (2) del período en función de la longitud.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

(2) Todo lo anterior con la finalidad de que el estudiante se formara una visión general de los fundamentos físicos que dan cuenta del fenómeno estudiado, y que le permitiera a su vez comprender con más facilidad la intención y el procedimiento de esta práctica de laboratorio.



3. Una vez entregado el material y equipo de laboratorio, se inició la evaluación formativa, está permite evaluar conductas observables, y diagnóstico procesal, haciéndose hincapié en las destrezas que mostramos en la tabla 2 (Clamens, 1999). Indagamos, formativamente, con preguntas problematizadoras, estas son cuidadosamente seleccionadas de tal manera que estimulen la creatividad del estudiante (Gil, 1997), y observando los procedimientos para las aclaratorias de rigor y, sobre todo, para prestar atención si el estudiante había tomado conciencia de su búsqueda en el procedimiento experimental mismo, mediante el cual se obtienen resultados esperados.

4. Se realizó una prueba objetiva corta de salida (PCS), que consiste en una serie de ítems de verdadero-falso, elección múltiple y de apareamiento, para poder cuantificar y comparar las consecuencias educativas de toda la metodología previamente expuesta, cuyos resultados mostramos en las tablas.

5. A través del Centro de Cálculo de la ULA (Ce-CalcULA), utilizando el paquete estadístico SAS, Statical Análisis System, (Statistical Analysis System Institute INC., 1989), mediante el Modelo Lineal General (procedimiento PROC GLM) y la prueba de medias LSMEAN, se realizó un análisis de varianza, según Chacín (2000, p.33) “Inspirado por R. A. Fisher y sus alumnos en el año de 1921, es un método de Estadística Inductiva válido para efectuar pruebas de significación entre dos o más series simultáneamente.”, para las calificaciones de la prueba corta de entrada (PCE) y salida (PCS) de cada grupo, de acuerdo al siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y = \mu + G_i + E_j$$

(3) En donde: Y=variable dependiente en nuestro caso particular fueron PCE= calificaciones de la prueba corta de entrada y PCS=calificaciones de la prueba corta de salida, μ =Media general, G_i = efecto del i ésimo grupo de alumnos, E_j = jotaésimo error experimental.

2. RESULTADOS

Las tablas 1, 2 y 3 muestran los resultados cuantitativos y cualitativos de la propuesta metodológica alternativa, las calificaciones individuales de los estudiantes en la prueba corta de entrada y de salida, así como también el promedio aritmético total y promedio armónico total de cada grupo, este último se diferencia del aritmético que tiende a reducir la influencia de los

puntajes altos y a destacar los puntajes menores. Estos resultados revelan que los alumnos desarrollaron sus competencias científicas, como por ejemplo el mostrado en la tabla 1 en concreto para el grupo 1, desde 10,8(9,3) hasta el puntaje de 13,2(12,3). En general para todos los grupos de las tablas 1 y 3, los resultados en la prueba de entrada difieren entre 2 a 5 puntos aproximadamente.

Luego en las tablas 4,5,6 y 7 corresponde a los resultados obtenidos del análisis de varianza mediante el programa SAS, que es un método estadístico que permite efectuar mejores comparaciones cuando los grupos (muestras) independientes son mayores a dos. En este procedimiento estadísticos se utilizó nuevamente los resultados de las pruebas de entrada y de salida aplicada a los estudiantes de los 7 grupos: en la tabla 5 y 6 para los promedios de las calificaciones PCE se observa que el grupo 7 con el promedio de calificaciones más bajo, 7,56 aproximadamente difiere notoriamente del resto de los promedios y en las pruebas medias para PCE de los grupos 1, 2, 4 y 5; así como el grupo 4 de promedio de las calificaciones PCE mayor con 13,11 aproximadamente difiere en los promedios de las calificaciones PCE y en las pruebas medias con los grupos 2,3 y 6; En las tablas 5 y 7 para los promedios de las calificaciones PCS se observa que el grupo 7 del promedio de calificaciones más bajo de 10,33 aproximadamente difiere en los promedios y en las pruebas medias para PCS de los grupos 1, 2, 4 y 6, así como el grupo 6 de promedio de las calificaciones PCS 15,00 aproximadamente difiere en los promedios de las calificaciones PCS y en las pruebas medias con los grupos 3 y 5.

Las destrezas referentes a la creatividad y conocimiento de las leyes y conceptos físicos se evaluaron con preguntas problematizadoras. Algunos ejemplos de esas preguntas son: Indique dos maneras de cómo creen ustedes se pueden realizar el gráfico para obtener la aceleración de la gravedad; observando los datos de la tabla del periodo en función de la masa, ¿a qué se debe que el tiempo cambie a partir de la tercera cifra significativa?, entre otras.

Para el caso de las destrezas I, II, III, IV, V, VI que se indican en la tabla 2, se evaluaron por medio de la observación del comportamiento de los estudiantes tanto individualmente como en grupo. En nuestra estrategia evaluativa formativa y diagnóstica se logró detectar algunas fallas en las destrezas cuando se obtenían calificaciones bajas como C, D, E, procediendo a corregirlas en forma inmediata. Por otra parte, cuando se obtenían calificaciones altas A y B, tan sólo se reforzaban esas capacidades, siendo cuantificado para este estudio sólo los grupos de la tabla 1.

3. CONCLUSIONES

Evidentemente, esta propuesta no puede considerarse una solución única al problema de la metodología de impartir las clases de física en los laboratorios, sin embargo consideramos que es un aporte importante a la necesaria reflexión sobre la didáctica de la física que permita quebrar la rutina de la metodología tradicional, además demuestra que es posible mejorar el desempeño del profesor en las clases de laboratorio.

La metodología alternativa tuvo resultados exitosos tal como son mostrados en la tabla 1, 3, 4, 5, 6 y 7 principalmente al lograr cuantitativamente una mejora en las calificaciones de los siete grupos, para el caso general mostrado en la tabla 4 por medio del Análisis de Varianza fue de unos 2,81 puntos entre los promedios de calificaciones totales para las PCE y PCS. El estudio estadístico a través del análisis de varianza nos permitió realizar un estudio más detallado y profundo de los datos, que utilizando sólo los promedios aritméticos y armónicos aplicado a todos los grupos.

La diferencia del promedio de calificaciones del grupo 7 con respecto a los demás grupos lo atribuimos en parte a las dificultades iniciales en la conformación de este grupo, principalmente a las inscripciones tardías durante el semestre

A-2009, esto creo dificultades en la conformación del grupo, el cual perturbo el proceso de enseñanza y aprendizaje de las primeras práctica de instrumentación las cuales son fundamentales en el desarrollo de la práctica de péndulo simple y demás prácticas del laboratorio de física general. En el caso del grupo 4 que obtuvo las calificaciones más altas en las pruebas cortas de entrada y salida lo cual se debe a sus buenos conocimientos previos, ahora profundizar sobre este tema requiere un estudio que supera los objetivos de este trabajo.

La evaluación formativa permitió una mejor comunicación alumno-profesor, alejándonos de la actitud burocrática de esa relación.

Una de las deficiencias que se notó en el estudio, es la carencia de una guía de laboratorio que no esté basada en la propuesta mecanicista tradicional. Los resultados de las pruebas muestran de manera concreta diferencias cognitivas en relación a la información del tema.

Finalmente, esta investigación mostró la posibilidad real de desarrollar propuestas alternativas de prácticas de laboratorio cuyos fundamentos científicos y pedagógicos sean la comprensión de los fundamentos de la física y el desarrollo de un pensamiento científico crítico. ©

Agradecimiento a los estudiantes de los cursos de laboratorios de Física del NURR-ULA, así como al Prof. Lílido Ramírez por su apoyo al facilitarnos el uso del programa SAS.

Eduardo Enrique Martínez Guillén

Licenciado en Física. Postgrado en Física de la Materia Condensada. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencia. Preparador (por concurso público de oposición), de la materia "Laboratorio de Física 11". Dpto. Física. Facultad de Ciencias, ULA, (1998-2001). Actualmente Profesor ordinario a tiempo completo. Dpto. Física y matemática. ULA-NURR.

Jose Benigno Caceres Moreno

José Cáceres, Licenciado en Física, egresado de la Universidad de Los Andes (Mérida-Venezuela), se desempeña en la actualidad como profesor Instructor en el Departamento de Física y Matemática del Núcleo Universitario Rafael Rangel de la U.L.A., en el estado Trujillo.

Eladio Jesús Bustamante Pereira

Profesor e investigador

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Marcelo y J.Finn Edward (1976). *Física*, Vol. 1: *Mecánica*. 2.^a ed. en español, Víctor La Torre (trad.). EE.UU.: Fondo Educativo Interamericano.
- Cadena Lobo, Ivone (2002). Mapas Conceptuales y La Estructuración del Saber. Una Experiencia en el Área de Educación para el Trabajo. *Educere*. 17 (6), 9-27.
- Chourio, Miryam; Rueda, Fulgencio y Sagredo, Vicente (1997). *Guía para el Laboratorio de Física 11*. Mérida (Venezuela): Facultad de Ciencias-ULA.
- De Clamens, Zaida G. y Miliani de Sousa, Lilian (1999). *Laboratorio I de Física. Parte I: Teoría y Parte II: Práctica*. (1.^a ed.). Valencia (Venezuela): Universidad de Carabobo.
-



BIBLIOGRAFÍA

- Gil Salvador (1997). Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Física Oportunidades y Desafíos. *Educación en Ciencias*, 1. 2 (34), 13-15.
- Lugo, Franklin Chacín (2000). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela, Vicerrectorado Académico.
- Rivas Gonzales, Ernesto (1997). *Estadísticas General*. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca.
- Martín Elena (1991). Vocabulario Psicológico de la Reforma. *Cuadernos de Pedagogía*, 188, Barcelona (España), 36-37.
- M.M. Andrés Z. y Figuero D. A. (2003). Dualidad teoría-práctica: del modelo espontáneo al científico. *Revista Mexicana de Física*. 49 (3), 48-51.
- Serway, Raymond A. y Beichner Robert (1993). *Física 5.ª ed. en español*, Víctor Campo Olguín y Ana García Hernández (trad.). Tomo I, México: McGraw-hill Interamericana de México.
- Solaz-Portolés, Joan Josep; Moreno-Cabo, Magdalena y Sanjosé López, Vicent (2008). Aprendiendo cómo se construye la ciencia: el caso del péndulo. *Journal Phys. Educ.*, 2 (1), México, 47-50.
- Statiscal Analysis System Institute INC. (1989). *Sas/Stat® User's Guide, Version 6. 4.ª ed.*, Cary (EE. UU.): SAS Institute INC.
- Viennot, L. (1989). Investigación y experiencias didácticas: La Didáctica en la enseñanza superior, ¿Para qué? *Enseñanza de las Ciencias*. 7 (1), París (Francia), 3-13.

ANEXOS

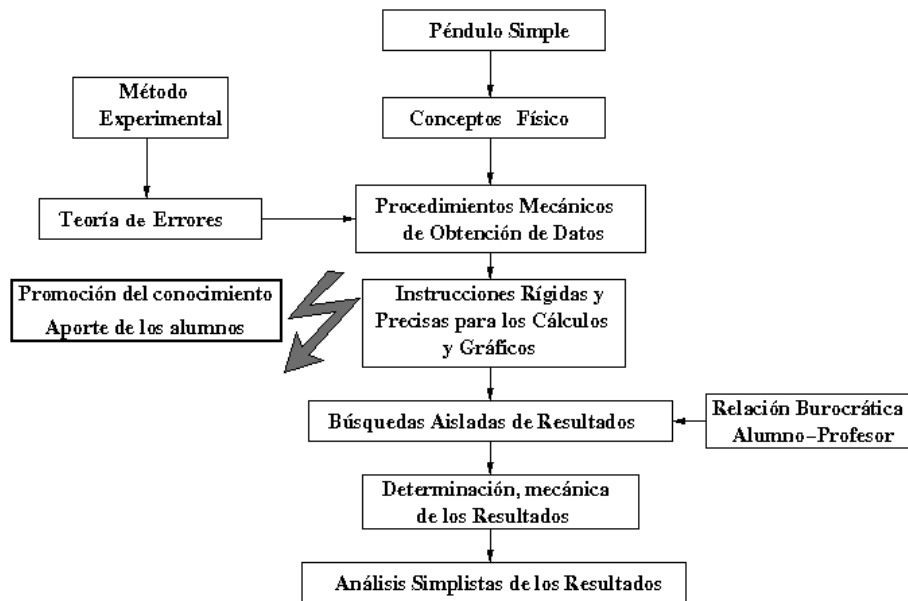


Figura 1. Mapa conceptual de la propuesta tradicional.

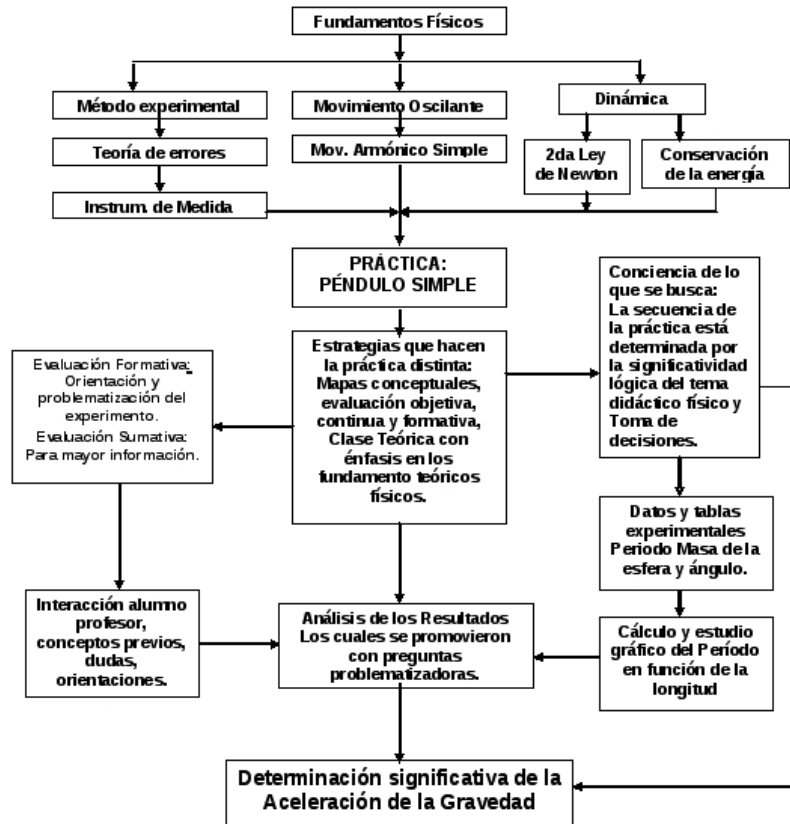
ANEXOS


Figura 2. Mapa conceptual de la propuesta metodológica alternativa.

Tabla 1. Correspondiente a las calificaciones (escala 0 al 20) de las evaluaciones de entrada y salida de la práctica de Péndulo Simple de los alumnos del Grupo 1, 2, 3 y 4 de Laboratorio de Física General.

año	2005				2006	
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Alumno	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida
1	11	15	08	13	12	11
2	09	11	14	16	13	15
3	11	10	13	16	12	12
4	08	10	13	16	11	12
5	08	10	05	08	11	12
6	10	11	13	16	10	15
7	13	15	05	14	08	11
8	18	16	07	11	06	11
9	09	12	--	--	11	11
10	11	19	--	--	11	12
11	--	--	--	--	07	12
12	--	--	--	--	10	13
Promedio Aritmético del curso	10,8	13,2	9,8	13,8	10,2	12,3
Promedio Armónico del curso	9,3	12,3	8,2	13,3	10,0	12,1



ANEXOS

Tabla 2. Evaluación formativa, donde se evaluó las destrezas: (I) Uso adecuado de la técnica para la toma de datos, (II) manejo adecuado de los instrumentos de medición, materiales y equipo de laboratorio, (III) trabajo en equipo, (IV) creatividad experimental, (V) conocimiento de los conceptos y leyes físicas, (VI) elaboración de tablas de datos y medidas. La escala fue: (A) muy bueno, (B) bueno, (C) regular, (D) deficiente, (E) reprobado.

Destrezas Alumnos	Grupo 1						Grupo 2						Grupo 3					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	B	B	B	B	B	A	B	D	B	D	C	D	B	B	B	C	C	C
2	B	B	B	B	B	A	B	D	B	D	C	D	B	B	B	C	C	C
3	D	D	B	B	D	B	C	C	C	C	B	D	B	B	B	C	C	C
4	B	D	B	C	D	C	B	C	B	C	B	D	A	A	B	B	B	B
5	D	D	B	B	D	B	B	C	B	C	B	C	B	B	B	C	D	C
6	C	C	B	C	D	B	C	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B
7	B	D	B	B	D	C	C	C	A	C	C	D	B	C	B	C	C	B
8	A	B	B	B	A	C	C	C	B	C	B	D	A	B	B	B	B	B
9	B	C	B	C	D	B	-	-	-	-	-	-	B	B	B	C	C	C
10	A	B	B	B	A	C	-	-	-	-	-	-	B	C	B	C	C	C
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	C	B	C	C	D
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	B	B	C	C	C

Tabla 3. Correspondiente a las calificaciones (escala 0 al 20) de las evaluaciones de entrada y salida de la práctica de Péndulo Simple de los alumnos de los grupos 4, 5, 6 y 7 de Laboratorio de Física General.

año	2006		2007		2009			
	Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
Alumno	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida	Prueba corta de entrada	Prueba corta de salida
1	11	14	08	10	09	10	08	11
2	16	17	14	15	06	11	09	10
3	13	14	13	15	13	19	09	12
4	14	16	14	16	09	16	08	10
5	08	12	11	12	09	14	05	08
6	16	16	06	09	04	12	07	11
7	08	14	09	13	14	19	09	10
8	15	13	12	12	15	18	06	11
9	17	19	07	08	09	14	07	10
10	--	--			09	17		
11	--	--						
12	--	--						
Promedio Aritmético del curso	13,1	15,0	10,4	12,1	9,7	15	7,6	10,3
Promedio Armónico del curso	12,9	14,8	9,6	11,5	8,4	14,3	7,5	10,0

ANEXOS

Tabla 4. Análisis de varianza para las calificaciones de las pruebas cortas de entrada y salida del Laboratorio de Física General aplicada a siete grupos de alumnos años 2005 hasta el 2009.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS CALIFICACIONES PRUEBA CORTA DE ENTRADA Y DE SALIDA AÑOS 2005-2009.								
Fuente de Variación	GL	SdeC	CM	F	P>F	R ²	CV	Media *
PC Entrada								
Modelo	6	147	24	2,81	0,017**	0,22	29	10,23
Error	60	524	8					
Total	66	671						
PC Salida								
Modelo	6	156	26	4,1	0,0016**	0,29	19	13,04
Error	60	382	6					
Total	66	538						

GL=GRADOS DE LIBERTAD, SdeC=Suma de cuadrados, CM=Cuadrados medios, F=Valor de F, P>F=Probabilidad, R²= Coeficiente de determinación, CV=Coeficiente de variación, **=Diferencias altamente Significativas entre las medias de grupos. *= calificaciones 0-20

Tabla 5. Promedio de calificaciones de los siete grupos para las pruebas cortas de entradas y salida con su error calculado por medio del Análisis de Varianza.

Promedios de calificaciones en la PCE			Promedios de calificaciones en PCS		
Grupo	Media	Error	Grupo	Media	Error
1	10,8000000	0,9347014	1	12,9000000	0,7981286
2	9,7500000	1,0450279	2	13,7500000	0,8923349
3	10,1666667	0,8532617	3	12,2500000	0,7285884
4	13,1111111	0,9852618	4	15,0000000	0,8413014
5	10,4444444	0,9852618	5	12,2222222	0,8413014
6	9,7000000	0,9347014	6	15,0000000	0,7981286
7	7,5555556	0,9852618	7	10,3333333	0,8413014



ANEXOS

Tabla 6. Pruebas de medias para las pruebas cortas de entrada (PCE).

Prueba de Medias para PCE							
i/j	1	2	3	4	5	6	7
1	-	0,4568	0,6186	0,0940	0,7944	0,4086	0,0201
2	0,4568	-	0,7585	0,0226	0,0631	0,9717	0,1318
3	0,6186	0,7585	-	0,0275	0,8320	0,7136	0,0497
4	0,0940	0,0226	0,0275	-	0,0604	0,0147	0,0002
5	0,7944	0,6305	0,8320	0,0604	-	0,5856	0,0424
6	0,4086	0,9717	0,7136	0,0147	0,5856	-	0,1196
7	0,0201	0,1318	0,0497	0,0002	0,0424	0,1196	-

Tabla 7. Pruebas de medias para las pruebas cortas de salida (PCS).

Prueba de Medias para PCS							
i/j	1	2	3	4	5	6	7
1	-	0,4805	0,5498	0,0752	0,5611	0,0677	0,0307
2	0,4805	-	0,1979	0,3122	0,2177	0,3006	0,0071
3	0,5498	0,1979	-	0,0163	0,9802	0,0135	0,0902
4	0,0752	0,3122	0,0163	-	0,0229	1,0000	0,0002
5	0,5611	0,2177	0,9802	0,0229	-	0,0197	0,1176
6	0,0677	0,3006	0,0135	1,0000	0,0197	-	0,0002
7	0,0307	0,0071	0,0902	0,0002	0,1176	0,0002	-