

Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería



D. Rodríguez-Llerena, J. Llovera-González

*Departamento de Física, ISPJAE, calle 114 No.11901 entre Ciclovía y Rotonda
CP 10400 La Habana, Cuba.*

E-mail: deysi@electronica.cujae.edu.cu

(Recibido el 30 de Mayo de 2014, aceptado el 27 de Octubre de 2014)

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño de estrategias de enseñanza para el laboratorio docente de Física, en las que se complementan didácticamente los experimentos reales y las simulaciones virtuales de experimentos docentes de Física (SVEDF). Se favorece el tránsito de los estudiantes por las etapas de la teoría de formación por etapas de las acciones mentales (TFEAM), lográndose elevar la eficiencia en el aprendizaje de la Física a través de esta forma de enseñanza. Además, se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de un pre-experimento didáctico con estudiantes de primero y segundo año de ingeniería química, en el cual se ponen en práctica las estrategias diseñadas, evidenciándose que se obtiene mayor eficiencia en el aprendizaje de la Física.

Palabras clave: Laboratorio docente, simulaciones virtuales, estrategias de enseñanza.

Abstract

In this paper the design of instructional strategies for teaching laboratory Physics, which is complement didactically real experiments and virtual simulations teaching physics experiments (SVEDF), favoring the movement of students through the stages of presents theory of stepwise formation of mental actions, achieving increasing efficiency in learning physics through this form of teaching. Moreover, the results obtained from the application of a pre-experiment teaching freshmen and sophomore years of chemical engineering is where are implemented strategies designed, showing that greater efficiency is obtained in the learning of physics.

Keywords: Educational laboratories, virtual laboratory, strategies of teaching.

PACS: 01.50.Pa, 01.50.H-, 01.50.Lc
9095

ISSN 1870-

I. INTRODUCCIÓN

La Física estudia los fenómenos de la naturaleza en todas sus formas de movimiento; por la complejidad de estos, la enseñanza y comprensión de esta ciencia se hace difícil para los estudiantes en todos los niveles de enseñanza. Esto ha motivado que desde que se comenzó a enseñar Física en la escuela, surgiera la necesidad de buscar medios de enseñanza que ayudasen a mostrar los fenómenos que estudia, por lo cual la enseñanza de la Física fue una de las pioneras en el uso de la informática con este fin. Desde la aparición del ordenador se utilizó para la simulación de los fenómenos físicos en todas sus formas, desde los más simples tales como el movimiento mecánico de los cuerpos, hasta tan complejos como los procesos de desintegraciones nucleares o el movimiento del electrón en el átomo, entre otros [1].

En la década del 90 del siglo pasado se produjo un desarrollo acelerado de la informática, que trajo consigo la aparición de una gran cantidad de simulaciones de fenómenos físicos, que fueron utilizadas por los profesores de Física en muchos países, para realizar laboratorios

docentes, a los cuales se les comenzó a llamar “Laboratorios Virtuales”, e incluso en no pocos casos los profesores de Física llegaron a considerar que estos podían sustituir a los experimentos reales que se utilizaban tradicionalmente en la enseñanza de la Física.

Estas simulaciones fueron perfeccionándose en la medida que fueron desarrollándose las tecnologías informáticas, llegando a ser muy interactivas, y muy sencilla su manipulación.

Desde hace varios años está consensado por los profesores de Física que las simulaciones virtuales no sustituyen a los experimentos reales, sino que constituyen un complemento a estos [2, 3].

También existe el consenso de que se hace necesario realizar investigaciones desde la didáctica de la Física que muestren científicamente la forma más eficiente de complementar las simulaciones virtuales de fenómenos físicos y los experimentos reales para lograr aprendizaje significativos en el laboratorio docente de Física [4].

En este trabajo se presentan estrategias de enseñanza fundamentadas en: la Teoría de Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM), desarrollada por P. Ya.

Galperin y N. Talizina, y en el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP), formulado por L. Vygostki para la complementación mutua de las simulaciones virtuales de experimentos docentes de Física (SVEDF), y los experimentos reales. Favoreciéndose el tránsito de los estudiantes por las etapas de la teoría, y lográndose elevar los niveles de eficiencia en el aprendizaje de la Física a través de la forma de enseñanza laboratorio docente.

Se entenderá como SVEDF:

“Una representación en la pantalla de una computadora de un fenómeno físico reproducido en un ambiente virtual y que permite obtener la cantidad de las magnitudes Físicas que intervienen en el fenómeno real simulado o realizar mediciones de estas a través de instrumentos virtuales, posibilitando comprobar leyes Físicas relacionadas con el fenómeno objeto de estudio, así como estudiar comportamientos experimentales límites en condiciones ideales”.

II. LA TEORÍA DE FORMACIÓN POR ETAPAS DE LAS ACCIONES MENTALES Y SU RELACIÓN CON EL LABORATORIO DOCENTE

La teoría de formación por etapas de las acciones mentales fue desarrollada por P. Ya Galperin a partir de los presupuestos teóricos del Enfoque Histórico Cultural, en su teoría parte de considerar las acciones externas como la base para la formación en el plano interno o mental de las acciones.

Esta teoría fue desarrollada para explicar el desarrollo de la psiquis y posteriormente se convirtió en una teoría de la enseñanza, que puede proporcionar una explicación con enfoque cibernético “de caja transparente”, acerca de como ocurre el **proceso de apropiación** del contenido objeto de aprendizaje por parte de los estudiantes [5].

Como es conocido, esta teoría tiene una base esencialmente psicológica y social y considera que este proceso transcurre a través de las etapas que enunciamos a continuación y que se describen particularizándolas para la forma de enseñanza laboratorio docente:

1.- Etapa motivacional.- En esta etapa las tareas orientadas al estudiante deben estar dirigidas a que alcance la motivación necesaria para enfrentarse a la nueva actividad, y que favorezcan el proceso de apropiación de los contenidos propios de esta forma de enseñanza.

2.- Etapa de la elaboración de la BOA (base orientadora de la acción).- En esta etapa se le debe garantizar al estudiante los medios necesarios para que se facilite la formación de la BOA apropiada para enfrentar la actividad experimental real. Esto se concreta en las llamadas guías o instructivos de laboratorio.

3.- Etapa material o materializada.- En esta etapa el estudiante debe asimilar la acción de forma desplegada conscientemente, y con toda la composición por operaciones, y con el apoyo de recursos materiales para su asimilación. En el laboratorio docente esto se concreta en el uso de las simulaciones virtuales y en la realización del experimento real.

4.- Etapa del lenguaje externo.- El estudiante debe ser capaz de explicar a otros los conocimientos adquiridos, a través del lenguaje hablado y escrito. Esto se manifiesta durante toda la actividad de laboratorio docente, ya que se realiza en parejas o tríos como máximo.

5.- Etapa del lenguaje interno.- En esta las acciones que realiza el estudiante deben estar dirigidas a incorporar el nuevo contenido a su estructura cognitiva, utilizando el lenguaje para sí.

6.- Etapa mental.- esta es la etapa final del proceso de aprendizaje en la cual el contenido pasa a formar parte de la estructura cognitiva del alumno de forma consciente y con dominio total y autónomo de este, es decir, cuando el alumno se ha apropiado del contenido objeto de aprendizaje.

La zona de desarrollo próximo (ZDP), se define como:

“La distancia entre el nivel que alcanza el alumno cuando soluciona una tarea de manera independiente (su desarrollo actual), y el nivel que puede alcanzar cuando la realiza con ayuda del maestro o de sus compañeros más competentes en este terreno (su desarrollo potencial) [6].

Es importante tener presente que en el proceso de asimilación que están inmersos los estudiantes cuando transcurre el proceso de enseñanza aprendizaje, las etapas no transcurren por igual para todos los estudiantes. No todos están en igualdad de condiciones al comenzar este proceso, los conocimientos previos de unos y otros no tienen necesariamente que estar al mismo nivel de interiorización. Por tanto, el punto en que se encuentra su ZDP no es el mismo para todos, de ahí se desprende que no todos los estudiantes transitan al mismo tiempo por las diferentes etapas y se da el caso de los estudiantes que no necesitan transitar por determinada etapa, la saltan.

No se puede dar a esta teoría un enfoque rígido, hay que analizarla desde sus fundamentos dialecticos, ver el carácter activo que tiene el aprendiz en el proceso, y el carácter social de su desarrollo psíquico.

Ahora vamos a hacer un análisis de cómo vemos el tránsito de los estudiantes por las etapas al realizar un laboratorio docente. Esto lo hacemos partiendo de la situación general en que el estudiante debe transitar por todas las etapas.

En la realización de la investigación se identificaron un conjunto de acciones que ejecuta el estudiante cuando realiza un laboratorio docente de Física, estas son:

1. Motivarse por aprender Física.
2. Orientarse en cómo proceder para realizar el experimento.
3. Utilizar correctamente los instrumentos de medición.
4. Identificar las unidades de medición de las magnitudes Físicas objeto de medición.
5. Identificar las fuentes de errores en las mediciones.
6. Procesar los datos experimentales.
7. Construir e interpretar gráficas en diferente escala.
8. Sacar conclusiones sobre el experimento y presentarlas por escrito en un informe.
9. Exponer razonadamente a otros el experimento y sus conclusiones (incluyendo al profesor).
10. Explicarse a sí mismo los fenómenos físicos estudiados.

11. Diseñar experimentos similares por sí mismos.
12. Representarse mentalmente los fenómenos físicos estudiados.
13. Asimilar los conceptos teóricos asociados al experimento.

A partir de un análisis de las etapas de la TFEAM y las acciones que lleva a cabo el estudiante cuando realiza un experimento docente, se identificó como se relacionaban entre sí, haciendo un análisis de a qué etapa correspondía cada acción. Esto permite darse cuenta que existen algunas acciones que tributan a más de una etapa.

En la Tabla I se muestra como se relacionan las etapas con las acciones que referimos anteriormente [7].

TABLA I. Relación entre las etapas y las acciones.

Etapa	Acciones
Motivacional	1
BOA	2
Material o materializada	3, 4 y 5
Lenguaje Externo	6, 7 y 8
Lenguaje Interno	9, 10 y 11
Mental	12 y 13

Después de realizada esta relación etapa-acción, se analizó la posibilidad de propiciar que el estudiante transite por las etapas antes mencionadas con la utilización de las SVEDF y los experimentos reales, complementándose mutuamente para realizar el laboratorio docente de Física.

Las bondades didácticas de las simulaciones virtuales son un instrumento muy valioso para garantizar el tránsito de los estudiantes por las diferentes etapas de la teoría, el profesor debe orientar el conjunto de tareas que debe realizar el estudiante para realizar las acciones y en qué momento de la actividad experimental se va a realizar la SVEDF, para favorecer el tránsito por una u otra etapa de la TFEAM.

Las SVEDF pueden ser utilizadas como preparación previa al experimento real. En muchos casos estas son excelentes para la formación de la BOA. Si se logra, orientan las tareas concretas que queremos que se lleven a cabo para que cumplan con este objetivo. Otras simulaciones pueden ser utilizadas durante la realización del experimento real; en este caso la SVEDF debe ser capaz de revelar al estudiante el fenómeno físico en estudio, favoreciéndose la comprensión del mismo. Esto resulta muy valioso en los experimentos reales en los que el fenómeno no se puede observar a simple vista. De la misma forma, pueden ser utilizadas posterior a la realización del experimento real, para propiciar el tránsito por las etapas del lenguaje externo e interno. En este momento de la actividad también se deben seleccionar las tareas que va a desarrollar el alumno con la simulación virtual, para lograr el objetivo deseado.

En el análisis que acabamos de hacer es importante tener en cuenta el hecho de que estas etapas no tienen fronteras rígidas, no se puede determinar con exactitud en qué momento el aprendiz transita de una etapa a otra, según

G. Fariñas [8]: "desde la etapa de la base orientadora la persona puede estar incorporando los contenidos de la actividad al plano mental, no tiene que esperar al final a recibir la orden del maestro...". Este proceso no tiene un instante o momento bien definido para que ocurra, sino que ocurre durante un cierto intervalo de tiempo, y la extensión de este intervalo está determinada por muchos factores, internos y externos del que aprende. Como sujeto que tiene un desarrollo psíquico determinado, y viene dado por: el grado de desarrollo de los conocimientos previos que posea (lo que delimita el estado de su zona de desarrollo próximo), y por el carácter social del proceso, y como sea capaz de relacionarse, es decir interactuar con los otros sujetos que participan del proceso.

III. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PROPUESTAS Y SUS FUNDAMENTOS DIDÁCTICOS.

Teniendo en cuenta las potencialidades didácticas operativas de las SVEDF para contribuir en una u otra etapa de la TFEAM las hemos clasificado en 5 tipos:

Tipo 1.- Entrenadores virtuales de montajes de sistemas experimentales. Permiten que el estudiante se entrene en el montaje de sistemas experimentales sin que se corra el riesgo de que se dañen las componentes del mismo.

Tipo 2. Entrenadores virtuales de actos de medición. Permite el entrenamiento con instrumentos de medición con cierto nivel de dificultad sin correr riesgos de que se dañe.

Tipo 3. Modelaciones dinámicas virtuales. Estas permiten materializar en imágenes dinámicas el modelo microscópico del experimento.

Tipo 4. Simulaciones de experimentos en condiciones inaccesibles. Permiten realizar el experimento en condiciones imposibles de lograr en los experimentos reales.

Tipo 5. Simuladores rápidos de cambios de condiciones. Permiten observar el comportamiento del fenómeno o proceso en estudio, en otras condiciones en cortos intervalos de tiempos; lo que resulta imposible de lograr en el experimento real, en el tiempo planificado para realizarlo.

En la literatura consultada se reconocen tres tipos de estrategias de enseñanza teniendo en cuenta el momento del proceso enseñanza-aprendizaje que se utilizan [9]: **Preinstruccionales.-** cuando se utilizan previas al proceso de instrucción.

Coinstruccionales.- cuando se utilizan durante el proceso de instrucción.

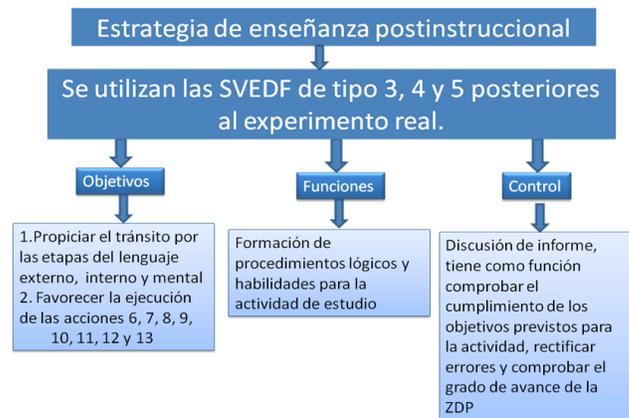
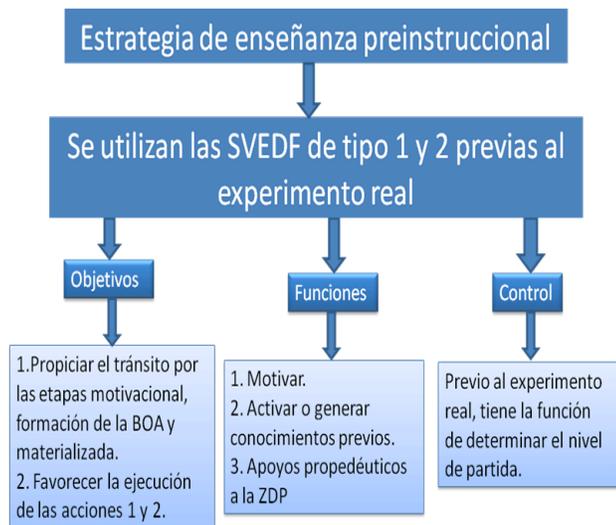
Postinstruccionales.- cuando se utilizan posteriores al proceso de instrucción.

Haciendo una analogía con la clasificación anterior vamos a considerar en el proceso de instrucción, el momento en el cual el estudiante realiza el experimento real.

Teniendo en cuenta esto, se proponen estrategias de enseñanza en las cuales se utilizaran las SVEDF en tres momentos del laboratorio docente de Física: **Previas a la**

realización del experimento real, durante la realización del experimento real, y posteriores a la realización del experimento real.

A continuación se muestran esquemas de las estrategias de enseñanza propuestas, especificando para cada una los objetivos, las funciones y el control de las mismas.



IV. PRE-EXPERIMENTO DIDÁCTICO: DISEÑO Y APLICACIÓN

Con el propósito de aplicar las estrategias de enseñanza diseñadas se elaboraron instructivos didácticos para todos los experimentos docentes que pueden realizar los estudiantes cuando reciben la Física general en las carreras de ingeniería que se imparten en la Cujae. Estos instructivos de nuevo tipo incluyen la SVEDF que debe realizar el estudiante como parte del laboratorio docente, especificándose en el momento que debe realizarla, y las tareas a llevar a cabo.

Para la aplicación del pre-experimento se seleccionó un grupo de estudiantes de la carrera de ingeniería química de aproximadamente 30 estudiantes para que realizaran entre 5 y 6 laboratorios docentes de la disciplina Física general, utilizando las estrategias de enseñanza concebidas. El resto de los grupos del año solo hicieron experimentos reales cuando realizaron la actividad laboratorio docente; este pre-experimento se llevó a cabo en el curso 2009-2010.

Todos los estudiantes del año recibieron de la misma forma las otras actividades docentes planificados en las asignaturas Física I y Física II, que se incluyen en la disciplina Física general.

A fin de evaluar la eficiencia lograda en el aprendizaje de la Física a través de la forma de enseñanza laboratorio docente, con la aplicación de las estrategias de enseñanza, se elaboró y aplicó a los estudiantes del año un test, que contiene elementos de contenido que están presentes siempre que el estudiante realiza un laboratorio docente (ver ANEXO I), estos elementos son:

1. Los instrumentos que utilizó.
2. Magnitudes Físicas que midió en el laboratorio docente.
3. Ley o leyes Físicas que comprobó o aplicó.
4. Fórmulas básicas que utilizó.
5. Métodos con que proceso los datos.
6. Tipos de errores que calculó.

Los elementos de contenidos 1, 2, 3, están relacionadas con la etapa material en la cual el estudiante está en contacto directo con el experimento, y las 4, 5 y 6, se relacionan con las etapas del lenguaje externo e interno, en la cual el estudiante elabora y discute con el profesor un informe donde muestra los resultados obtenidos en el experimento y el dominio que tiene de este. Para procesar

los resultados del test se evaluaron las respuestas a las preguntas de B, R o M y se consideraron aprobadas las respuestas de R y B.

V. RESULTADOS OBTENIDOS CON LA APLICACIÓN DEL PRE-EXPERIMENTO DIDÁCTICO

Los resultados obtenidos con la aplicación del test se muestran en las Figuras 1, 2 y 3.

Análisis de los resultados obtenidos:

1.- Como podemos observar en la Figura 1, el porcentaje de respuestas correctas (B + R) de los estudiantes que realizaron los laboratorios docentes utilizando las estrategias diseñadas, superan en un 15 % a las respuestas correctas de los estudiantes que lo realizaron solo a través de experimentos reales, en la Física I, y Física II lo superan en un 40 %. Esto es lógico si tenemos en cuenta que Física II es una asignatura más abstracta que Física I, y las SVEDF contribuyen a lograr la comprensión de los fenómenos estudiados y a la adquisición de habilidades propias de este tipo de experimento.

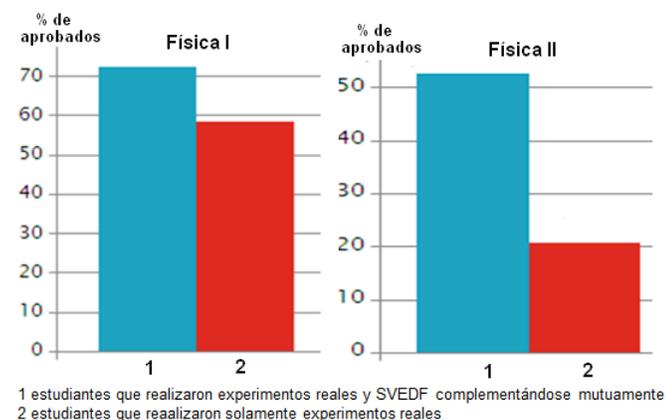


FIGURA 1. Porcentaje de aprobados totales.

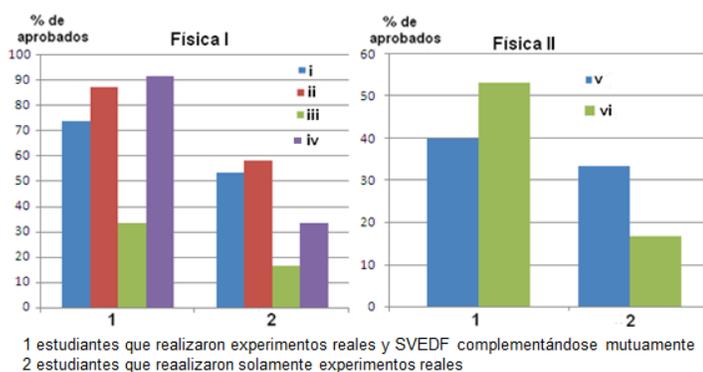


FIGURA 2. Porcentaje de aprobados en los diferentes laboratorios docentes realizados.

Legenda para la Figura 2.

- i. Estudio del movimiento de un proyectil.
- ii. Estudio del choque elástico en una pista de aire.
- iii. Estudio de la ley de Hooke utilizando una balanza de Joly.
- iv. Estudio del choque plástico utilizando un péndulo balístico.
- v. Estudio del campo eléctrico utilizando una cubeta de potencial
- vi. Estudio de la polarización de la luz.

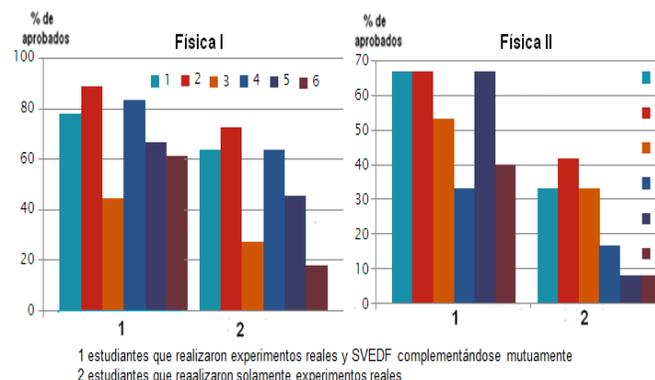


FIGURA 3. Porcentaje de aprobados en los diferentes elementos de contenido evaluados en el test.

2.- En el Figura 2 se muestra el porcentaje de respuestas evaluadas de (B y R) para todas las prácticas reportadas por los estudiantes en el test, apreciando que en todos los casos el porcentaje de respuestas evaluadas de (B + R) es superior para aquellos experimentos realizados utilizando las estrategias de enseñanza.

3.- En la Figura 3 ocurre lo mismo que en los casos analizados anteriormente, pero cuando centramos el análisis en los diferentes elementos de contenidos que fueron evaluados en el test, en este caso la diferencia porcentual es más marcada en Física II, que en Física I, lo cual está en correspondencia con lo analizado en el punto 1.

VI. CONCLUSIONES

Con base en la teoría de la formación por etapas de las acciones hasta su nivel mental, se pueden clasificar las simulaciones virtuales de experimentos docentes de Física en 5 grupos o clases en función del rol que pueden desempeñar en el proceso de aprendizaje.

A partir de la clasificación anterior se establecen estrategias de enseñanza que pueden ser aplicadas en diferentes momentos del proceso de aprendizaje en el laboratorio docente de Física.

Se comprobó mediante un pre-experimento didáctico que la realización del laboratorio docente de Física aplicando las estrategias de enseñanza concebidas contribuye a que los estudiantes transiten por las etapas de la TFEAM, lográndose elevar los niveles de eficiencia en el

aprendizaje de la Física a través de esta forma de enseñanza.

REFERENCIAS

- [1] Martínez, K & Revilla, R., *Simulaciones virtuales complementarias a la asignatura de Física*, TICEC'05, ARG (2005).
- [2] Kofman, H. & Tozzi, E., *La simulación computacional incorporada al aprendizaje de la óptica Física*, Revista Informática Educativa **13**, 71-80 (2000).
- [3] Rodríguez, A. D. & Llovera, J. J., *Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física general para estudiantes universitarios de ciencias técnicas*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **4**, 181-187 (2010).
- [4] Raviolo, A. & Álvarez, M., *Uso y creación de simulaciones en la formación del profesorado: unidad*

didáctica sobre el movimiento oscilatorio armónico, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 628-638 (2012).

[5] Talizina, N. F., *Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*, Conferencias del Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, CUB (1984).

[6] Castellanos, D., García, B., Llivina, M. J. & Silveiro, M., *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*, (Instituto Superior Pedagógico E. J. Varona, Cuba, 2001).

[7] Rodríguez A. D. & Llovera, J. J., *Algunas valoraciones sobre la complementación de los laboratorios reales y las Simulaciones Virtuales de Experimentos Docentes (SVED) en la enseñanza de la Física universitaria*, XI Simposio y IX Congreso de la Sociedad Cubana de Física, Cuba (2008).

[8] Fariñas, G., *Hacia un redescubrimiento de la Teoría del Aprendizaje*, Revista Cubana de Psicología **16**, 188-193 (1999).

[9] Díaz, F. & Hernández, G., *Estrategia docente para un aprendizaje significativo*, (Ofgloma, México, 2000).

ANEXO I

TEST DE CONTENIDOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE FÍSICA												
<i>Apreciado estudiante: Esta encuesta tiene por objetivo comprobar cuan eficiente fue para ti el aprendizaje de la Física mediante el laboratorio docente. La misma forma parte de una importante investigación que estamos realizando para mejorar la enseñanza de esta asignatura en beneficio de los futuros ingenieros como tú. Confiamos mucho en la veracidad de la información que nos puedas aportar por lo que tu ayuda respondiéndola en todo lo que recuerdes constituye una contribución imprescindible para nuestra investigación. Muchas gracias por tu colaboración.</i>												
Nombre y apellidos:			Especialidad:				Grupo en 1er. año:			Grupo en 2do.		
Año:		Grupo actual:										
Pregunta 1. A continuación te relacionamos un conjunto de prácticas de laboratorio muchas de las cuales realizaste durante el curso de Física General. Elige dos y completa en las columnas correspondientes los aspectos que se te preguntan de cada una de estas según recuerdes. En hoja anexa se relacionan por números los elementos de contenido que se preguntan en la mayoría de las columnas para facilitarte la identificación.												
Práctica realizada	Forma en que la hice (X)		(A) Instrumentos que utilicé	(B) Magnitudes Físicas que medí	(C) Ley o leyes fundamentales que comprobé o apliqué	(D) Fórmulas básicas que utilicé	(E) Método con que procesé los datos	(F) Tipos de errores que calculé	¿Cuánto me ayudó esta práctica para entender la Física? (X)			
	Solo real	Real y virtual							Mucho	Regular	Poco	Casi nada
Movimiento del proyectil												
Choques en pista de aire.												
Balanza de Jolly.												
Pista circular												
Momento de inercia.												
Péndulo balístico.												
Modulo de Young.												
Cubeta de potencial.												
Fuerza de Lorentz.												
Bobinas de Helmholtz.												
Interferencia y difracción con laser.												
Difracción en una rejilla.												
Polarización de la luz.												
Pregunta 2. De una de las dos prácticas elegidas explica brevemente los componentes de que contaba el sistema experimental y qué operaciones realizaste durante el experimento. Utiliza el dorso de esta hoja.												

RELACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTENIDO A ASOCIAR CON LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO REALIZADAS				
(A) Instrumentos que utilicé.	1. Regla graduada 2. Cronómetro 3. Balanza 4. Contador digital de tiempo	5. Medidor de aceleración angular 6. Medidor de ángulos (goniómetro) 7. Espectrómetro	8. Luxómetro 9. Termómetro 10. Galvanómetro 11. Potenciómetro 12. Red de difracción 13. Voltímetro 14. Amperímetro	15. Ocular con micrómetro 16. Frecuencímetro 17. Sensor de Hall 18. Watímetro 19. Dinamómetro 20. Medidor digital de velocidad
(B) Magnitudes Físicas que medí.	1. Distancia 2. Tiempo 3. Masa 4. Velocidad 5. Aceleración 6. Aceleración angular 7. Aceleración de caída libre (g)	8. Módulo de elasticidad 9. Velocidad angular 10. Periodo 11. Amplitud angular 12. Cantidad de movimiento lineal 13. Constante elástica de un resorte	14. Cantidad de movimiento angular 15. Fuerza 16. Intensidad de la corriente 17. Voltaje 18. Inducción magnética 19. Intensidad del campo eléctrico.	20. Fuerza electromagnética. 21. Presión. 22. Iluminación 23. Índice de refracción 24. Frecuencia 25. Energía cinética 26. Energía potencial 27. Momento de inercia 28. Temperatura
(C) Ley o leyes fundamentales que comprobé o apliqué.	1. 1ra. Ley de Newton 2. 2da. Ley de Newton 3. 3ra. Ley de Newton	4. Ley de Gravitación universal. 5. Ley de conservación de la energía mecánica. 6. Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal	7. Ley de Hooke. 8. Ley de Gauus. 9. Ley de Ohm 10. 1ra. Ley de Kirchhoff (de los nodos) 11. 2da. Ley de Kirchhoff (de las mallas) 12. Principio de superposición	13. Ley de Faraday. 14. Ley de Brewster. 15. Ley de Malus 16. Principio de Huygens 17. Ley de Ampere 18. Ley de Coulomb 19. Ecuaciones de Maxwell 20. Ley de conservación de la cantidad de movimiento angular.
(D) Fórmulas básicas que utilicé.	1. $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 2. $y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}(at^2)$ 3. $v(t) = v_0 + at$ 4. $\mathbf{P}_i = \mathbf{P}_f$ 5. $\boldsymbol{\tau} = I\boldsymbol{\alpha}$	6. $\mathbf{F} = k\mathbf{x}$ 7. $\mathbf{F} = q\mathbf{E} + q\mathbf{V} \times \mathbf{B}$ 8. $\mathbf{p} = m\mathbf{V}$ 9. $\mathbf{L} = I\boldsymbol{\omega}$ 10. $I = \frac{1}{2}(MR^2)$	11. $W = \Delta K$ 12. $W_{F, \text{disip.}} = \Delta E_{\text{mec.}}$ 13. $U_g = mgy$ 14. $U_{\text{elast.}} = \frac{1}{2}(kx^2)$ 15. $E_{\text{mec. } i} = E_{\text{mec. } f}$	16. $F = kqQ/r^2$ 17. $(F/A) = E(\Delta y/y)$ 18. $\mathbf{F}_{\text{mag}} = q\mathbf{V} \times \mathbf{B}$ 19. $\mathbf{F}_{\text{elect}} = q\mathbf{E}$
(E) Métodos con que procesé los datos.	1. Estimación puntual por promedio. 2. Estimación puntual por intervalo de confianza	3. Construcción de gráficos en procesador de textos. 4. Ajuste visual de una relación lineal 5. Ajuste de una relación lineal por mínimos cuadrados.	6. Representación gráfica de una relación linealizada. 7. Representación gráfica de la ley de movimiento	8. Representación gráfica en escala polar 9. Tabulación manual de datos. 10. Tabulación de datos en hoja Excel
(F) Tipos de errores que calculé.	1. Cota error sistemático (medición directa) 2. Cota de error aleatorio (medición directa)	3. Cota de error total 4. Desviación estándar 5. Intervalo de confianza con nivel de confianza. (dist.Normal).	6. Intervalo de confianza con nivel de confianza (dist. t-Student). 7. Cota de error absoluto	8. Cota de error relativo 9. Propagación de errores en una medición indirecta.