

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA FÍSICA EXPERIMENTAL

STRATEGIES OF TEACHING FOR A SIGNIFICANT LEARNING IN EXPERIMENTAL PHYSICS

A. D. RODRÍGUEZ[†]

Departamento de Física, Cujae, La Habana, Cuba; deysi@electronica.cujae.edu.cu[†]

[†] corresponding author

Keywords: Computers in education, 01.50.H-, 01.50.Lc, virtual laboratory 01.50.Lc, physics education, 01.40.-d, teaching methods 01.40.gb

En este trabajo se presentan resultados parciales de la elaboración y aplicación de estrategias de enseñanza concebidas para lograr la complementación mutua del experimento real y las simulaciones virtuales, facilitándose la formación en el estudiante de las acciones anteriormente mencionadas hasta su nivel mental de acuerdo a las etapas de apropiación que concibe de la teoría de formación por etapas de las acciones mentales (TFEAM) de Galperin contribuyendo así a elevar los niveles de significatividad y solidez en el aprendizaje de la Física a través de esta forma de enseñanza.

La computación ha sido empleada para simular fenómenos físicos en todas sus formas desde los más simples, tales como el movimiento mecánico de los cuerpos, hasta otros más complejos [1].

Las simulaciones virtuales de fenómenos físicos son ampliamente utilizadas en todas las formas en que se organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y en particular en el laboratorio docente [2, 3, 4].

En el laboratorio docente el estudiante ejecuta diferentes acciones tanto de carácter material como mental las cuales se mencionan a continuación:

1. Se motiva por aprender física.
2. Se orienta en cómo proceder para realizar el experimento.
3. Utiliza los diferentes instrumentos de medición.
4. Identifica unidades de medida de las magnitudes físicas objeto de medición.
5. Identifica las fuentes de errores en las mediciones.
6. Procesa los datos experimentales.

7. Construye e interpreta gráficas en diferentes escalas.

8. Extrae conclusiones sobre el experimento y las presenta por escrito en un informe.

9. Expone razonadamente a otros el experimento y sus conclusiones (incluyendo al profesor).

10. Se explica a si mismo los fenómenos físicos estudiados.

11. Diseña experimentos similares por si mismo/a.

12. Se representa mentalmente los fenómenos físicos estudiados.

13. Asimila los conceptos teóricos asociados al experimento.

En la investigación realizada se considera un aprendizaje significativo cuando en el proceso de asimilación se llega a la generalización y automatización de las acciones [5], incorporándolas a la estructura cognitiva de forma consciente, entendiéndose que un aprendizaje es sólido cuando los elementos fundamentales del contenido apropiado permanecen durante un tiempo prolongado en la memoria de largo plazo pudiendo ser recuperados por el aprendiz aún si no se han reactivado durante ese tiempo de manera consciente. En este sentido se considera que la solidez puede servir como medida de la significatividad.

Como es conocido, la TFEAM tiene una base esencialmente psicológica y social y considera que el aprendizaje transcurre a través de seis etapas que mencionamos a continuación:

- Etapa motivacional.
- Etapa de la elaboración de la base orientadora de la acción (BOA).

- Etapa material o materializada.
- Etapa del lenguaje externo.
- Etapa del lenguaje interno.
- Etapa mental.

Las estrategias de enseñanza propuestas están orientadas a facilitar la ampliación de la zona de desarrollo próximo (ZDP) del aprendiz durante el desarrollo del laboratorio, uno de los valiosos aportes de la teoría psicológica de L. Vygotski, a la enseñanza [6].

Tomando como punto de partida las características del proceso de enseñanza en el laboratorio docente de Física se emplearon las simulaciones virtuales en tres momentos diferentes [7].

- I. Previa a la realización del experimento real.
- II. Durante la realización del experimento real.
- III. Posteriores a la realización del experimento real.

Teniendo en cuenta las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales para contribuir al tránsito por las etapas las mismas se han clasificado en 5 tipos:

Tipo 1. Entrenadores virtuales de montajes de sistemas experimentales: Estas 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 sistema.

Tipo 2. Entrenadores virtuales de actos de medición: Estas permiten el entrenamiento con instrumentos de medición con cierto nivel de dificultad sin correr desarrollando la capacidad para leer e interpretar las escalas.

Tipo 3. Modelaciones dinámicas virtuales: Estas permiten materializar en imágenes dinámicas el modelo microscópico del experimento o estructuras del objeto en que se experimenta que no son visibles a simple vista.

Tipo 4. Simulaciones de experimentos en condiciones inaccesibles: Las mismas permiten realizar el experimento en condiciones imposibles de lograr en los experimentos reales.

Tipo 5. Simuladores rápidos de cambios de condiciones: Estas 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 las figuras 1, 2 y 3 se muestran esquemas de las estrategias de enseñanza propuestas, especificando sus objetivos, funciones y

la forma de realizar el control en cada una de estas.



Fig. 1. Esquema de estrategia preinstruccional.



Fig. 2. Esquema de la estrategia coinstruccional

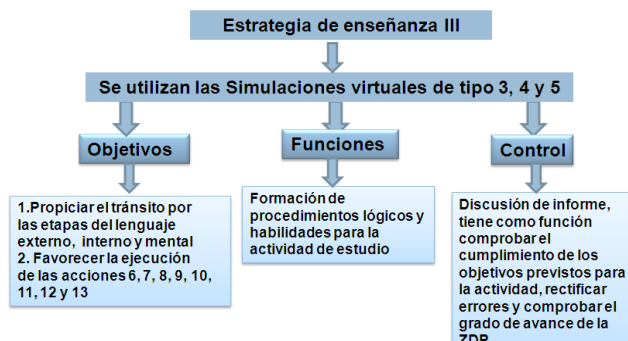


Fig. 3. Esquema de estrategia posinstruccional.

Las estrategias de enseñanza mostradas anteriormente se han utilizado con grupos de estudiante de primero y segundo años de Ingeniería Química, lográndose elevar los niveles de significatividad y solidez del aprendizaje de la Física a través de la forma de enseñanza laboratorio docente.

Los resultados han sido validados por test de significatividad (anexo I, resumido), en los que se evalúa el grado de apropiación de 6 elementos de contenidos presentes en el laboratorio docente de Física.

Tales test se aplicaron a los estudiantes de un grupo experimental y uno de control cuatro semestres después de haber terminado de cursar la disciplina Física General.

Para evaluar los resultados del test se definieron algunos índices cuantitativos expresados porcentualmente, estos son:

El índice de significatividad relativo (ISR) definido como:

$$ISR = \frac{NRC}{CRP} * 100$$

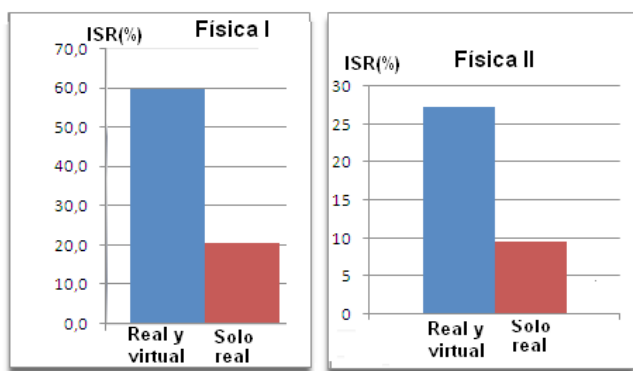
Donde: CRP es la cantidad de respuestas posibles, que se determina multiplicando el número de experimentos reportados por la cantidad de elementos que se incluyen en el test y NRC es la suma de todas las respuestas consideradas correctas según los criterios de calificación asumidos.

El índice de complementariedad relativo (ICR) definido como:

$$ICR = \frac{RC}{NTP} * 100$$

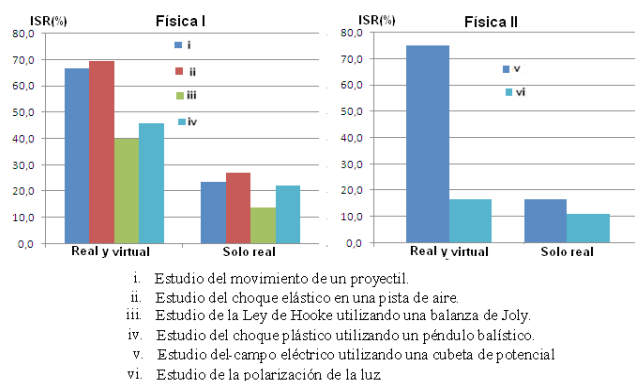
Donde: RC representa el número de aciertos o respuestas correctas y NTP corresponde al número total de prácticas relacionadas por los estudiantes.

La gráfica 1 muestra el comportamiento del ISR para ambas muestras de estudiantes.



Gráfica 1. Comportamiento comparativo del ISR para ambas muestras de estudiantes.

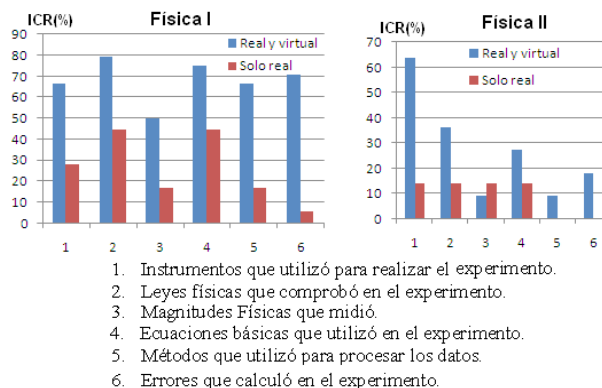
En el mismo se evidencia que aquellos alumnos que realizaron las prácticas con apoyo virtual aplicando las estrategias lograron un aprendizaje más duradero y en la misma medida más significativo.



Gráfica 2. Comportamiento comparativo del ISR por cada experimento.

La gráfica 2 muestra el mismo indicador pero por cada experimento apreciándose igual resultado en cada práctica.

En la gráfica 3 se muestra el resultado del índice de complementariedad relativo ICR para cada elemento de contenido objeto de aprendizaje.

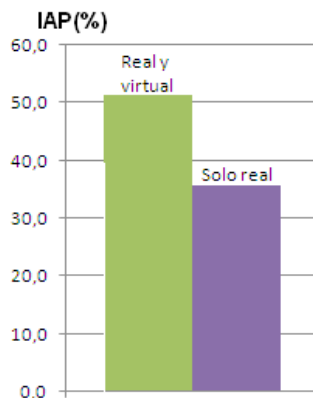


Gráfica 3. ICR por elementos de contenido.

Otro tercer índice definido y evaluado es el denominado índice de apreciación personal (IAP). El mismo se define como:

$$IAP = \frac{RM}{CRP} * 100$$

Donde RM: representa la cantidad de respuesta "Mucho" y CRP: es la cantidad de respuestas posibles.



Gráfica 4. Comportamiento comparativo del IAP para ambas muestras de estudiantes.

El índice de apreciación personal permite evaluar cuantitativamente como aprecian los estudiantes el aporte del laboratorio docente a su formación profesional.

La gráfica 4 muestra también un valor más alto para este índice en los estudiantes que complementaron los experimentos reales con las simulaciones virtuales de los mismos.

A modo de conclusiones se puede decir que la aplicación de las estrategias de enseñanza concebidas pone de manifiesto la posibilidad real de lograr niveles más altos de significatividad y solidez en el aprendizaje de la Física en el laboratorio docente.

[1] K. Martínez, y R. Revilla, "Simulaciones virtuales complementarias a la asignatura de Física" TICEC'05, (2005).
 [2] G. Ortega-Zarzosa, "Influencia en el aprendizaje de los alumnos usando simuladores de Física" Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4, Suppl. 1, (2010).
 [3] M. Re, L. Arena, "A história da Física como organizador prévio: Estratégia facilitadora para uma apremdizagem significativa" Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación No.8. (ISSN: 1850-9959), (2012).
 [4] A. D. Rodríguez y J. J. Llovera, "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. Vol. 4, No.1, (2010).
 [5] N. F. Talizina, "Conferencias sobre Los Fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior". Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, La Habana, 1984. (Pág. 193-220)
 [6] L. S. Vygotski, Pensamiento y Lenguaje. Obras Escogidas. t.2 p.p. 246-247. Ed. Progreso, Moscú, 1956.
 [7] F. Díaz Barriga. y G. Hernández, "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo". Ed. OFGLOMA SA. p.p . 13-31. (2000)

ANEXO I TEST DE SIGNIFICATIFIDAD (ABREVIADO PARA ILUSTRAR)

TEST PARA EVALUAR SOLIDEZ Y SIGNIFICATIVIDAD DEL APRENDIZAJE MEDIANTE EL LABORATORIO DE FÍSICA														
<p>Apreciado estudiante: Este test tiene por objetivo comprobar cuan sólido y significativo fue para ti el aprendizaje de la Física mediante el laboratorio docente. El test forma parte de una importante investigación... Confiamos mucho en la veracidad de la información que nos puedas aportar... Muchas gracias por tu colaboración.</p>														
Nombre y apellidos:			Especialidad:			Grupo en 1er. año:		Grupo en 2do. Año:		Grupo actual:				
<p>Pregunta 1. A continuación te relacionamos un conjunto de prácticas de laboratorio las cuales realizaste durante el curso. Elige dos y completa en las columnas correspondientes los aspectos que se te preguntan de cada una según recuerdes. Se relacionan aparte por números los elementos de contenido para facilitarte la identificación.</p>														
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 Métodos con que procesé los datos	F Tipos de errores que calculé	¿Cuánto me ayudó esta práctica para entender la Física? (X)			
	Solo real	Solo virtual	Real y virtual	No la hice							Mucho	Regular	Poco	Casi nada
Movimiento del proyectil														
Otras prácticas														
<p>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.</p>														

RELACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTENIDO A ASOCIAR CON LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO REALIZADAS					
A	Instrumentos que utilicé.	1. Regla graduada 2. Cronómetro	3. Medidor de aceleración 4. ..	5. Luxómetro 6. Termómetro 7. ..	8. Ocular con micrómetro 9. Frecuencímetro.
B	Magnitudes físicas que medí.	1. Distancia 2. Tiempo 3. Masa	4. Módulo de elasticidad 5. ..	6. Cantidad de movimiento 7. ...	8. Fuerza electromagnética 9. ...
C	Ley o leyes fundamentales que comprobé o apliqué.	1. 1ra. Ley de Newton 2.	3. Ley de Gravitación universal. 4.	5. Ley de Hooke. 6. Ley de Gauus.	7. Ley de Faraday. 8. Ley de Brewster
D	Fórmulas básicas que utilicé.	1. $F = ma$ 2. $v(t) = v_0 + at$ 3.	4. $F = k x$ 5. $F = q E + qV x$ 6.	7. $W = \Delta K$ 8. $W_{F. \text{disip.}} = \Delta E_{\text{mec.}}$ 9.	10. $F = k q Q/r^2$ 11. $(F/A) = E (\Delta y/y)$ 12.
E	Métodos con que procesé los datos.	1. Estimación puntual	3. Construcción de gráficos utilizando un procesador de textos.	4. Representación gráfica de una relación lineal	8. Representación gráfica en escala polar
F	Tipos de errores que calculé.	1. Cota de error sistemático (medición directa)	2. Cota de error total 3.	4. Intervalo de confianza 5.	6. Cota de error relativo 7. ...