

CONTEXTOS SITUADOS DE ENTRENAMIENTO VIRTUAL: FAVORECEN DESEMPEÑO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INFORMÁTICA EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO

C. ÁLVAREZ†, R. ORTIZ^A

Departamento de Física, Universidad "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba; carlos.alvarez@reduc.edu.cu†, a) raul.ortiz@reduc.edu.cu

Se exponen las acciones didácticas que se implementaron para propiciar que los estudiantes perfeccionen sus modos de actuación al realizar prácticas de laboratorio de Electromagnetismo. Fueron seleccionados para su estudio experimental diferentes procesos físicos que resultan de interés para ingenieros informáticos en formación. Para asistir la preparación, ejecución y valoración de los resultados en las prácticas de laboratorio se creó un sitio Web con simulaciones que aproximan al estudiante al contexto del experimento real a realizar, y cuyos símbolos concuerdan favorablemente con los estilos de aprendizaje de los mismos. El estudio se desarrolló durante el período académico 2007-2010, se constató el progreso alcanzado por los aprendices en cuanto a: selección de los instrumentos y accesorios, explicación oral de los referentes teóricos, ejecución de las operaciones, independencia, tiempo consumido, empleo de herramientas tecnológicas y en la comunicación de resultados.

In this paper are exposed the didactic actions that were implemented in order to improve the way in which students carry out laboratory practices of Electromagnetism. For this experimental study were selected different physical processes of the great concern for Computer Engineers in formation. To support the preparation, performance, and valuation of the results in the laboratory practices a website was created with simulations that approach to the content of the real experiment to carry out, and which symbols agree favorably with the learning styles of the same ones. This study was developed during the academic period 2007-2010. The progress reached by the learners was verified concerning the tools and accessories selection, oral explanation of the theoretical referents, operation performance time spent, technological tool employment, and the communication of aftermath.

Palabras claves. Teaching methods in Physics education 01.40.gb, Laboratory course design, organization and evaluation 01.50.Qb, Computers as educational aids 01.50.H-

INTRODUCCIÓN

La orientación del aprendizaje como una actividad investigadora aparece en nuestros días como la tendencia innovadora más prometedor para contribuir a resolver las dificultades en el aprendizaje de la Física [1]. La orientación más general de los trabajos prácticos es la que los concibe como mera ilustración de los conocimientos teóricos introducidos, numerosos estudios han destacado que, las prácticas de laboratorio aparecen como "recetas" que transmiten una visión deformada y empobrecida de la actividad científica [2] Favorecer mejoras en el desempeño de estudiantes de ingenierías durante la realización de las prácticas de laboratorio, implica formar en los mismos competencias académicas que lo propicien.

Estudios desarrollados consideran que la competencia académico-investigativa se asocia a un conjunto interrelacionado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que hace posible desempeños flexibles, creativos y competitivos en una disciplina específica de la carrera y que impulsa el mejoramiento continuo del ser, del saber, del hacer y del convivir. Los desempeños se orientan a satisfacer necesidades y a solucionar problemas de la sociedad y, con ello, a impulsar un desarrollo sostenible [3], en el presente estudio, se asocia al modo de actuación de los estudiantes en las prácticas de laboratorio de Física.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación asume la formación de la competencia académica, investigación experimental docente, la define como: *Encontrar o desarrollar información complementaria a la suministrada en la disciplina, que aporte un valor añadido a temas que se hayan o no tratado previamente, de acuerdo con los resultados obtenidos en las actividades experimentales previstas en el modelo educativo de la carrera de ingeniería donde se desarrolla, y que represente la apropiación de procedimientos científicos-investigativo suficientes para aplicarlos en nuevos contextos y que devalen crecimiento en las relaciones grupales y personales del aprendiz.*

Se parte de un modelo didáctico el cual considera en un mismo nivel al mundo de los signos (que incluye las teorías y modelos) con la realidad material (mundo real) [4], donde las simulaciones computacionales (mundo de los signos) resultan mediadores en el desarrollo del modelo mental (conocimientos) sobre el problema en estudio (Mundo real), toma en consideración el resultado que la aproximación previa mental y procedimental (contextos situados) [5] ejercen sobre el modo de aprendizaje individual (estilos) [6], el cual se orienta y perfecciona desde un ambiente pedagógico de interactividad grupal [7] (ver figura 1).



Figura 1. Esquema del modelo para la formación de la competencia Investigación Experimental.

Considera como hipótesis: Si se utiliza una estrategia de enseñanza aprendizaje para la dirección de la investigación experimental docente sustentada en un modelo didáctico que emerge de la contradicción dialéctica existente entre el experimento docente apoyado en sus modelos didácticos, y las insuficiencias en la consideración de contextos situados de aprendizaje y de los estilos de aprendizaje de estudiantes de ingenierías, se propiciará una formación cualitativamente superior de este profesional.

Considera como objetivo general del estudio: la elaboración de una estrategia de enseñanza aprendizaje favorecedora de la investigación experimental docente, sustentada en un modelo didáctico centrado en el empleo de simulaciones computacionales contextualizada y en la consideración de los estilos de aprendizaje de los alumnos.

La investigación se inició en el curso académico 2007-08 hasta el 2009-10 con estudiantes de ingeniería Informática de la Universidad de Camagüey, particularmente al evaluar sus desempeños en las clases prácticas de laboratorio reales de Electromagnetismo, se dirigió la investigación a: a) Comprobar u

obtener la Ley Física objeto de estudio, sobre la base de la formulación matemática obtenida del análisis de las mediciones virtuales y/o reales efectuadas; b) Determinar la magnitud de cierta propiedad del fenómeno físico en estudio.

Como referente teórico de la investigación se preferencia la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales de Galperin y Talizina, esta teoría tiene como base el Enfoque Histórico Cultural de Vigotsky, además se consideraron estudios que muestran los efectos favorables en el aprendizaje de estudiantes de las simulaciones computacionales [8], la consideración de los estilos de aprendizaje de los estudiantes [9], [10] y lo provechoso de considerar los contextos situados de aprendizaje en la formación de competencias [11], [12].

Estrategia de enseñanza aprendizaje

Se consideran cuatro etapas fundamentales.

Primera etapa: Percepción e interpretación procedimental.

- Se crea el sitio Web: siscomfis

El sitio Web: Simulaciones computacionales de física (siscomfis) [13] (ver figura 2) se desarrolla como soporte material de la estrategia, se caracteriza por ordenar un significativo número de simulaciones computacionales, las mismas son agrupadas en: Mecánica y termodinámica; Electromagnetismo y óptica; Física moderna y semiconductores. En cada página Menú se disponen varias simulaciones por temática, ello propicia que sus signos, símbolos y ayudas emerjan mediadores entre contexto situacional, individuos y el experimento real.

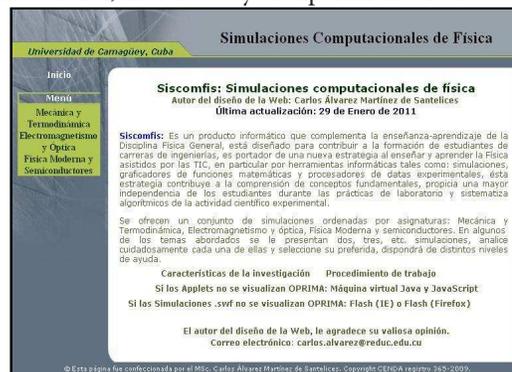


Figura 2. Página principal del sitio Web siscomfis.

En cada página para el trabajo experimental simulado, el usuario dispone de herramientas matemáticas y estadísticas que lo acompañan en la valoración de las datas experimentales que deberá obtener en los experimentos virtuales y reales que efectúe.

- Se diagnóstica el dominio de habilidades experimentales y en el manejo de herramientas informática.

Los resultados mostraron insuficiencias significativas tanto de habilidades experimentales básicas como del trabajo con simulaciones computacionales, procesadores estadísticos y graficadores matemáticos.

•Se identifican los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Para identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes los autores seleccionan el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman por su particular impacto en carreras de ingenierías.

Los alumnos son estudiados mientras cursan el segundo año de la carrera, se identifican por (E1) los del curso académico 2007-08, se diagnostica la matrícula, 65; por (E2) los del curso 2008-09, 51 y por E3 los del 2009-10, resultaron ser 44.

Los resultados de la tabla I muestran los coeficientes de correlación de Pearson entre las categorías activo/reflexivo, sensi-tivo/intuitivo, visual/verbal y secuencial/global; se revela que el nivel de significación es alto tanto para la categoría Intenso-Moderada (I+M) como para la dimensión Discreto (D) en cada grupo estudiado, ello indica que en cada colectivo estudiantil coexisten estudiantes “intuitivo” cuyo mejor aprendizaje será en el terreno de las abstracciones, junto a los “activo” que aprenderán mejor “haciendo”; así encontramos los “reflexivos” que preferirán el estudio individual más que el trabajo en grupo y los “auditivos” que estarán más satisfechos con las clases magistrales o conferencias. La presente estrategia favorece la modificación procedimental de los estudiantes I+M.

Tabla I Significación estadística de los estudiantes cuyos estilos se manifiestan por categoría como Intensa-Moderada (I+M) y los que se manifiestan Discretos (D) en cada dimensión					
Muestra		A-R	S-I	V-V	Sc-G
E1	I+M	-.899**	-.892**	-.942**	.939**
	D	-.944**	-.859**	-.922**	-.941**
E2	I+M	-.938**	-.859**	-.934**	-.904**
	D	-.967**	-.953**	-.890**	-.869**
E3	I+M	-.949**	-.928**	-.940**	-.890**
	D	-.943**	-.910**	-.926**	-.953**
P	I+M	-.904*	-.910**	-.883**	.a
	D	-.800*	-.913	-.982**	-.971**

Simbología Estilos: A-R (activos-reflexivo); S-I (sensitivo-intuitivo); V-V (visual-verbal) y Sc-G (secuencial-global)

Coefficientes de correlación de Pearson

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

a No se puede calcular, al menos una variable es constante

•Se incorporan demostraciones frontales virtuales.

En las conferencias, además de las demostraciones reales frontales posibles a realizarse, se incorporan demos-

traciones frontales simuladas, se emplean para cumplir la función didáctica de Experimento Demostrativo Frontal, con ello: a) se ayuda a la comprensión de los modos de actuación científico-investigativo, b) ilustran el método inductivo, c) ayudan a establecer conexiones entre el futuro contexto de investigación experimental real y el mundo de los signos, d) motivan al estudiante promoviendo la interacción alumno-profesor, alumno-alumno, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor con los estudiantes, y de estos entre sí.

Segunda etapa: Entrenamiento virtual.

Los estudiantes para el trabajo en las prácticas de laboratorio son organizados en equipos constituidos por dos o tres de ellos, la selección de los integrantes la efectúa el profesor a partir del diagnóstico de habilidades y de los estilos de aprendizaje de los mismos, este último indicador permite unir estudiantes de estilos predominantemente activos-sensitivos-visuales con los que resulten ser reflexivos-intuitivos-verbales.

•Se insertan los laboratorios virtuales: a) los estudiantes proceden, bajo la supervisión del profesor y estudiantes aventajados del grupo, a aplicar los procedimientos experimentales inducidos por el profesor en las conferencias y descritos en el sitio Web: Siscomfis (ver figura 3 y 5); b) se orientan tareas extra docentes experimentales que propician la sistematización procedimental. Los problemas experimentales y las simulaciones han de corresponderse con el contexto de experimentación real que enfrentarán los aprendices (ver figuras 3 y 4).

•En la solución de problemas a lápiz y papel, se propicia que los estudiantes interactúen con las simulaciones, ello sistematiza el entrenamiento.

•Formando parte del entrenamiento virtual está el manejo con programas informáticos estadísticos y para graficar funciones matemáticas contenidos en Siscomfis, ello complementa y perfecciona la observación y valoración de los resultados experimentales

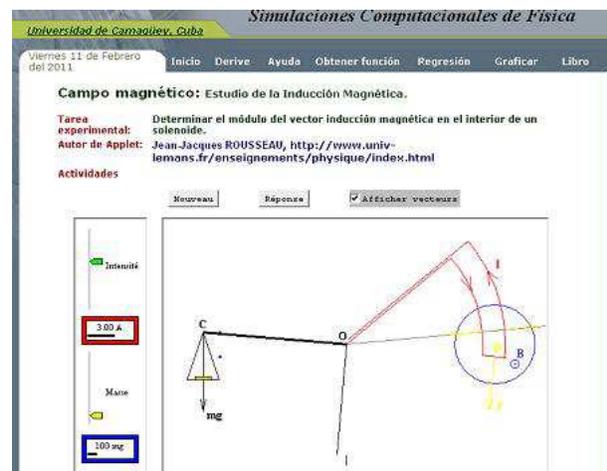


Figura 3. Práctica de laboratorio virtual: Determinar el módulo del vector Inducción Magnética de un solenoide.

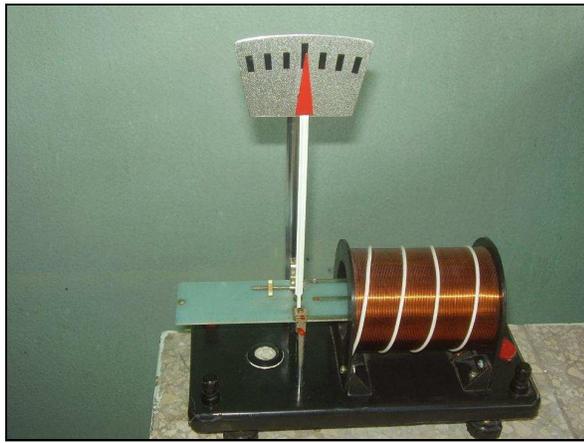


Figura 4. Práctica de laboratorio real: Determinar el módulo del vector Inducción Magnética de un solenoide

Tercera etapa: Aplicación procedimental y comunicación de resultados

Los estudiantes efectúan cuatro prácticas de laboratorio en los temas: campo eléctrico, campo magnético-inducción magnética, circuitos RLC y óptica ondulatoria.

Los aprendices, organizados en equipos se enfrentan a la realización de las prácticas de laboratorio conociendo con antelación suficiente el problema que deben resolver. En el laboratorio de Física los alumnos seleccionan y efectúan el montaje experimental, su desempeño procedimental se evalúa atendiendo a los indicadores establecidos (ver tabla II, etapa procedimental); en horario extradocente y por equipo, se confeccionan las memorias de las prácticas de laboratorios virtuales y reales desarrolladas, los mismos se defienden (comunicación de resultados) en la clase seleccionada.

Durante el proceso de realización experimental, evaluación y defensa de resultados, los estudiantes han de mostrar sus habilidades en la utilización de las herramientas tecnológicas previstas (ver figura 5).

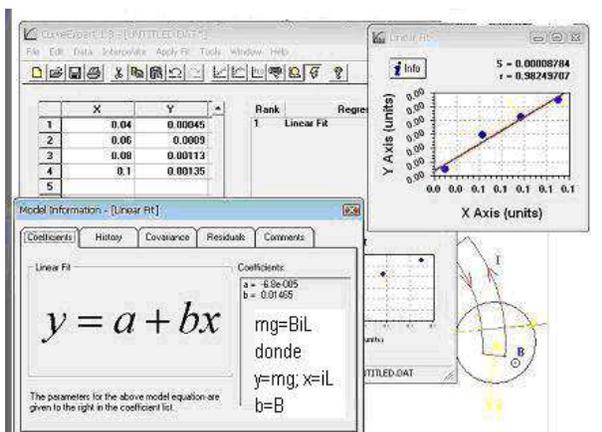


Figura 5. Obtención del módulo del vector Inducción Magnética de un solenoide. Cuarta etapa: Evaluación del modo de actuación

Cuarta etapa: Evaluación del modo de actuación

Se valora el desempeño de los estudiantes en las categorías: procedimental y comunicación de resultados, se exige rigor científico y dominio de la lengua materna y/o inglesa, según los indicadores previstos (ver tabla II).

Tabla II Guía de evaluación del desempeño de estudiantes en la investigación experimental docente.		
Categorías	Aspectos a observar	Seleccione una opción
		Muy Adecuado
		Adecuado
		Poco adecuado
Procedimental	1- Selección de instrumentos y accesorios	
	1- Selección de instrumentos y accesorios 2-Explicación oral de referentes teóricos	
	3-Ejecución de las operaciones	
	4- Tiempo consumido	
	5- Empleo de herramientas tecnológicas	
Comunicación	6-Fluidez y precisión oral	
	7- Rigor científico	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados en el curso 2007-08 distaron de lo esperado, entre las causas estuvieron: el no contarse con una infraestructura informática en el departamento de Física de la UC que propiciara incorporar las Demostraciones Frontales Virtuales en las conferencias y/o clases prácticas, y con ello propiciar la modelación procedimental de la competencia en formación, sin embargo si se efectuaban las Demostraciones Frontales Reales, incide además, el reducido número de prácticas de laboratorio virtuales previstas (apenas dos) y no haberse contado con el suficiente comprometimiento de los estudiantes participantes en el estudio.

A partir del segundo momento de intervención experimental se habían superado notablemente los problemas materiales, ahora se disponía de un aula especializada con modernos recursos adquiridos en la República Popular China, además de dos laboratorios de física con computadoras y modernos medios tecnológicos, unido a un perfeccionamiento del sitio Web Siscomfis que incorporó nuevas simulaciones contextualizadas concordantes con el nuevo equipamiento chino recibido, el incremento de al menos una práctica de laboratorio virtual presencial o no previo a cada práctica de laboratorio real, y una mejor motivación de los estudiantes envueltos en el estudio, posibilitó que los indicadores seleccionados se cumplieran en

los participantes de manera estadísticamente significativa.

Para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos se empleó el software profesional SPSS 15,0 para Windows: para analizar el diagnóstico de estilos de aprendizaje se empleó la Prueba de Pearson: medida de la asociación lineal entre dos variables. Los valores del coeficiente de correlación van de -1 a 1 (ver tabla I); y para analizar el nivel de desempeño que alcanzan los estudiantes en cada indicador de la competencia se comparan los resultados del último trabajo de laboratorio con los del primero mediante la prueba de Wilcoxon (ver tabla III) Los resultados de los dos grupos donde se logra cumplir a cabalidad la estrategia muestran avances significativos del desempeño experimental investigativo de los estudiantes.

Tabla II Guía de evaluación del desempeño de estudiantes en la investigación experimental docente.				
Categorías	Aspectos a observar	Seleccione una opción		
		Muy Adecuado		
		2007-08	2008-09	2009-10
Procedimental	1- Selección de instrumentos y accesorios	,229	,016	,010
	1- Selección de instrumentos y accesorios	,229	,012	,005
	2-Explicación oral de referentes teóricos			
	3-Ejecución de las operaciones	,550	,029	,002
	4- Tiempo consumido	,059	,042	,010
	5- Empleo de herramientas tecnológicas	,059	,029	,010
Comunicación	6-Fluidez y precisión oral	,550	,012	,010
	7- Rigor científico	,460	,016	,005

Wilcoxon: Procedimiento no paramétrico que se utiliza con las muestras antes y después de cada indicador, para contrastar la hipótesis de que las dos variables tienen la misma distribución. El estadístico de contraste se basa en los rangos de los valores absolutos de las diferencias entre las dos variables. Valores (<.05) indica que las dos variables difieren en la distribución.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación propician el enriquecimiento y sistematización teórica que se hace a la Pedagogía de la Educación Superior cubana en lo referido al fundamento científico del perfeccionamiento del proceso de investigación experimental docente en la Física para ingenierías, donde la aproximación del aprendiz al contexto real desde la virtualidad, el entrenamiento procedimental y la modelación de estrategias de aprendizaje, favorecen perfeccionar el desempeño de los estudiantes en las prácticas de laboratorio.

Se aporta un novedoso diseño de página Web con simulaciones computacionales portadoras de una diversidad de signos, símbolos y ayudadas que aproximan al estudiante a variados contextos de experimentación, al tiempo que permiten satisfacer diversos estilos de aprendizaje, incorpora además, variadas herramientas tecnológicas para el análisis e interpretación estadística y matemática de los resultados obtenidos.

[1] P. Valdés. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la física como actividad investigadora. Colección de artículos "Didáctica de las Ciencias". Copyright CESOFTE - "División de publicaciones por computadora". 2006.

[2] D. Gil. Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2005. Consultado en 2006 en <http://www.campus-oei.org/oeivirt/gil02b.htm>

[3] C. Pérez; Ma A. Navales; L-Ma Lara, y S. Vázquez. La formación por competencias. Un análisis comparativo: Tuning – ANECA. 2009

[4] D. Beaufils. Les Logiciels de simulation comme supports de registres de representation pour les apprentissages en Physique. Université Paris-Sud, centre d'Orsay. 2000.

[5] A. M. Colmenares. Prácticas evaluativas alternativas en contextos virtuales de aprendizaje. Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653. n.º 44/6 – 15 de diciembre de 2007.

[6] E. Ortiz y E. Aguilera. Los estilos de aprendizaje y sus limitaciones didácticas en la educación superior. Revista Pedagogía Universitaria. Vol. X No. 5. 2005. p. 2-3

[7] A. M. Colmenares. Prácticas evaluativas alternativas en contextos virtuales de aprendizaje. Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653. n.º 44/6 – 15 de diciembre de 2007.

[8] R. Valdés y P. Valdés. Objetivos fundamentales y metodología de la utilización de las computadoras en la enseñanza de la física. IV Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias. La Habana. Cuba. 2008.

[9] R. Felder y J. Spurlin. Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles. Int. J. Engng Ed. Vol. 21, No. 1, p 103-112, 2005. Gb Consultado en febrero de 2007

[10] R. Felder y L. Silverman. Engr. Education, 78(7), 674-681 (1988) "Learning and teaching styles in engineering education", Journal Vol. 78 Num. 7. p. 674-681. 2002. Consultado noviembre de 2003 en www.ncsu.edu/effective_teaching/paper/LS-1988.pdf

[11] G. Amaya. Los entornos virtuales de simulación de la realidad, espacios vistos como ejes que permiten situar el aprendizaje dentro de un contexto institucionalizado de educación. Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Ediciones Universidad de Salamanca Vol.10. N.º 2. Julio 2006. Consultado en noviembre de 2006 en <http://www.usal.es/teoriaeducacion>.

[12] M^a L. Sevillano y M^a P. Quicios. La influencia del contexto en los usos de las herramientas virtuales. Universidad Nacional de Educación a Distancia Revista Electrónica Teoría de la Educación. Vol.10. N.º2. Julio 2009. Consultado en abril de 2010 en <http://www.usal.es/teoriaeducacion>

[13] C. Álvarez y R. Ortiz. Siscomfis: electromagnetismo, una personalizable página Web para la enseñanza y el aprendizaje del Electromagnetismo en carreras de ingenierías. Memorias 6to Congreso Internacional Universidad 2008 (VIR 120)