



Simulaciones computacionales de electromagnetismo como potenciadoras de aprendizaje desarrollador en estudiantes de ingeniería

C. Álvarez Martínez de Santelices y R. Ortiz Pérez^a

Departamento de Física, Universidad de Camagüey, Cuba; carlos.alvarez@reduc.edu.cu

a) Facultad de Electromecánica, Universidad de Camagüey, Cuba; raul.ortiz@reduc.edu.cu

Recibido el 1/06/2007. Aprobado en versión final el 15/06/2007.

Sumario. La investigación promueve el logro de aprendizaje desarrollador en los estudiantes en la asignatura Electromagnetismo en carreras de ingeniería, por medio de una adecuada estrategia de enseñanza-aprendizaje sustentada en la selección y empleo de simuladores computacionales que se acoplen suficientemente con los fundamentales estilos de aprendizaje de los mismos. El presente trabajo fundamenta la necesidad de incorporar simulaciones computacionales a conferencias, clases prácticas, la solución de tareas extraclase, etc. Devela la conveniencia de considerar los estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingenierías al diseñar las estrategias de enseñanza-aprendizaje, muestra el procedimiento seguido al identificar dichos estilos de aprendizaje.

Abstract. The investigation promotes the achievement of learning development in students, in the subject Electromagnetism in engineering careers, by means of an appropriate teaching-learning strategy sustained in the selection and employment of computational pretenders that are coupled sufficiently with the fundamental learning styles of them. The present work stands out the necessity to incorporate computational simulations to conferences, practical classes, the solution of extra class tasks, etc. It also shows and proves the convenience of considering the learning styles of the students of engineering when designing the teaching-learning strategies, it additionally shows the procedure followed to identifying this learning styles.

Palabras clave. Electromagnetismo 81.70.Ex, simulaciones por computadoras 07.05.Tp

1 Introducción

“La búsqueda de la excelencia en las universidades tiene entre sus resultados, la calidad de sus graduados. En el caso de las ingenierías se desean egresados en cantidad y calidad capaces de solucionar los requerimientos actuales y futuros de la tecnología y el desarrollo acelerado de la ciencia.

En la formación del ingeniero actual se tendrán presentes las transformaciones tecnológicas de las últimas décadas, tales como: los descubrimientos en las ciencias básicas, que han ampliado enormemente el campo del conocimiento humano, el incremento continuo del ritmo de las innovaciones tecnológicas y los gastos en investigación y desarrollo, la decisiva influencia del progreso técnico para el logro de niveles duraderos de competiti-

vidad internacional, la necesidad de cambios institucionales, sociales, políticos y aún culturales para que el progreso técnico se materialice. Todo esto hace más compleja la actividad de la enseñanza de la ingeniería pues tiene que capacitar al ingeniero para la continuidad y a su vez para el cambio”¹.

Para los investigadores promover un aprendizaje desarrollador en estudiantes de ingenierías es viable con el empleo de una adecuada estrategia de enseñanza-aprendizaje asistida por la utilización de simuladores computacionales. Ello sería posible con una mayor personalización del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el acople del material de estudio a los principales estilos de aprendizaje de los educandos a través de una cuidadosa selección de simulaciones computacionales insertadas en actividades docentes presenciales, semi-

presenciales y a distancia.

Si consideramos que el estilo de aprendizaje es la forma en que un individuo aprende, y como las personas tienen diferentes estilos de aprendizaje, los cuales se reflejan en las diferentes habilidades, intereses, debilidades y fortalezas académicas, entonces por ser un proceso dirigido los estilos de aprendizaje se encuentran condicionados por la enseñanza y específicamente por las estrategias de enseñanza que desarrollan los profesores.

A los efectos de la presente investigación se asume la visión histórico cultural de L. Vygotsky² al conducirse un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador y su instrumentación es puesta en práctica a través del modelo de estilos de aprendizaje diseñado por el grupo de investigadores de la universidad Estatal de Carolina del Norte, Estados Unidos presididos por el profesor Richard M. Felder³, los mismos han sintetizado los resultados de varios estudios al formular un modelo de estilo de aprendizaje con dimensiones que deben ser particularmente pertinentes a la educación de la ciencia y en particular a la formación de ingenieros.

Las investigaciones de Felder⁴ y sucesivas constataciones⁵ de las mismas en varias universidades de los Estados Unidos de Norteamérica, Brasil, Jamaica, etc. y las evidencias obtenidas por los autores coinciden en identificar que de las ocho categorías de estilo de aprendizaje definidas por Felder, cuatro de ellas (intuitivo, verbal, reflexivo y secuencial), se atienden adecuadamente con métodos propios de la enseñanza tradicional, y se desatienden pedagógicamente a los estudiantes de estilos de aprendizaje sensorial, visual, activo y global.

Satisfacer las necesidades educativas y formativas de los estudiantes resulta una tarea profesionalmente compleja, particularmente en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura electromagnetismo que exige un elevado nivel de abstracción y una sólida preparación conceptual, con habilidades matemáticas y experimentales que les permitan enfrentar la solución de problemas específicos de la asignatura y de la futura profesión. Los investigadores consideran que aprovechando las potencialidades de las TICs se viabilizaría tal propósito, es por ello que el presente artículo muestra una estrategia de enseñanza-aprendizaje asista por simulaciones computacionales insertadas en conferencias, clases prácticas, seminarios investigativos, prácticas de laboratorio virtuales y tareas extra-docentes.

2 Estrategia de enseñanza-aprendizaje

Preparar eficientemente para la vida social y profesional a los estudiantes de carreras de ingenierías ha de exigir de los profesores perfeccionar sus estrategias de enseñanza: trabajar por favorecer un mayor protagonismo de los estudiantes dentro y fuera de las clases, procurar atender a todas las necesidades educativas de los mismos, pero a la vez han de procurar modificar aquellos estilos de aprendizaje de sus estudiantes que no favorezcan el desarrollo profesional que debe caracterizar a un futuro

ingeniero.

2.1 Implementación de la estrategia de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo.

- Identificar los estilos de aprendizaje que caracterizan al profesor que impartirá la asignatura y el de cada uno de los estudiantes que la recibirá. Para ello se utiliza el cuestionario de Felder, R. & Soloman, B, publicado en <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>.
- A partir del resultado individual, identificar los predominantes y los menos generalizados e identificar semejanzas y diferencias con el profesor.
- Identificar los fundamentales objetivos y habilidades que los estudiantes han de alcanzar por unidad o subunidad del contenido de la asignatura.
- Determinar la estrategia de enseñanza a seguir en cada unidad o subunidad de contenidos, atendiendo a los estilos de aprendizaje diagnosticados.
- Con vista a propiciar mayor eficiencia en la utilización de las simulaciones computacionales en la asignatura Electromagnetismo, el autor principal diseñó y elaboró la página Web "Laboratorios Virtuales de Electromagnetismo" (LAVE), la cual está disponible desde la Universidad de Murcia, España en el sitio <http://colos.fcu.um.es/LVE/index.htm> y en los servidores de las facultades de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Química e Informática de la universidad de Camagüey, Cuba.
- El profesor a partir de los identificados predominantes estilos de aprendizaje del colectivo de estudiantes, seleccionará las simulaciones computacionales, tomadas de la página Web LAVE en aquellas conferencias, clases prácticas, seminarios investigativos, laboratorios y al favorecer la comprensión y solución de tareas extra-docentes que contribuyan al logro de objetivos fundamentales de la asignatura.

2.2 Análisis de la implementación durante el curso escolar 2005-06.

El experimento se desarrolla en la carrera ingeniería mecánica de la universidad de Camagüey, Cuba, se escoge al grupo de segundo año de la referida carrera el cual cuenta con 19 estudiantes, al mismo le imparte la asignatura Electromagnetismo el autor principal de la presente investigación.

Al implementar la intervención de la estrategia se procedió a:

- Selección de los contenidos de Electromagnetismo que más inciden en la comprensión conceptual de los estudiantes cuando han sido presentados a la manera tradicional.
- Se escogen las conferencias, clases práctica y se implementan laboratorios virtuales en los cuales se insertarían las simulaciones computacionales seleccionadas, procurando satisfacer estudiantes sensorial, visual, activo y global mayoritarios en el grupo experimento (ver Tabla I).
- En las conferencias escogidas las simulaciones se emplean para cumplir la función didáctica de Experimento Demostrativo Frontal, ello responde a que las de-

mostraciones: a) ayudan a la comprensión de los conceptos científicos, para que sean adquiridos, siempre que sea posible, por vía de la experimentación, b) ilustran el método inductivo, ya que van desde el caso particular y concreto al mundo de las leyes generales, desarrollando la intuición del estudiante. Con ayuda de las demostraciones de aula los procesos inductivos y deductivos quedan integrados en un último proceso de enseñanza-aprendizaje, c) ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la física y los fenómenos del mundo real, d) permiten mantener una conexión cronológica entre teoría y experimentación, ya que la práctica de laboratorio por dificultades de organización no se suceden con los conceptos explicados en las clases teóricas. Las demostraciones de aula se insertan en los momentos oportunos, en los que el nuevo concepto físico se introduce o se explica, e) las demostraciones de aula tienen otras virtudes pedagógicas intrínsecas además del apoyo que suponen a la teoría, ya que motivan al estudiante promoviendo la interacción alumno-profesor, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor con los estudiantes, y de estos entre sí.

- La incorporación de laboratorios virtuales responde al criterio que considera que el laboratorio es el elemento más distintivo de la educación científica, considera tiene gran relevancia en el proceso de formación, en él se puede conocer al estudiante en su integralidad: sus conocimientos, actitudes y desenvolvimiento. El trabajo de laboratorio sirve para: a) motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión, b) enseñar las técnicas de laboratorio, c) intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos, d) proporcionar una idea sobre el método científico, y desarrollar la habilidad en su utilización, e) des-arrollar determinadas "actitudes científicas", tales como la consideración de las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para emitir juicios apresurados.

- En las clases práctica previstas, se propicia que los estudiantes interactúen con la computadora situada en el aula, al solucionar la tarea indicada por el profesor, al hacerlo seleccionen en LAVE simulaciones o herramientas estadísticas para procesar e interpretar gráfica y analíticamente la respuesta considerada. Aquí se constató la diversidad de estilos que identifican a los estudiantes del experimento.

- En los seminarios investigativos, varios estudiantes al intervenir, emplearon simulaciones, textos o herramientas de la página Web LAVE.

2.3 Impacto de la estrategia en la comprensión conceptual de los estudiantes.

Para evaluar la calidad de la comprensión conceptual de los estudiantes actuales (grupo experimento), se comparan con los obtenidos por otro colectivo estudiantil (grupo control) de la misma carrera y cuyos miembros poseen características relevantes y significativas similares; el autor principal de esta investigación es quien les impartió la asignatura Electromagnetismo a ambos grupos de estudiantes. Se tuvo el cuidado de modificar so-

lamente los métodos y procedimientos empleados en las clases donde se insertaron los simuladores, igualmente se cuidó el nivel de dificultad de los instrumentos de evaluación utilizados para la medición deseada (ver tablas # 2 y 3).

Etapas	Contenidos	Inserción de simuladores computarizados acoplados a los estilos de aprendizaje			
		Sensoriales	Visuales	Activos	globales
1	Electrostática y corriente eléctrica	—	Demo (1)	TE (2)	—
2	Campo magnético y oscilaciones electromagnéticas	—	Demo (3)	TE (2)	S (1)
3	Óptica física	Lv (1)	Demo (2)	T(2)	T (1) S (1)

Simbología utilizada: Lv.- Laboratorios virtuales, Demo.- experimentos demostrativos, T.- tarea en clase, TE.- Tareas extractase S.- Seminarios investigativos. (#).- Cantidad de actividades asistidas por simulaciones.

Controles evaluativos	Por ciento de estudiantes que alcanzan las calificaciones indicadas.			
	5 puntos	4 puntos	3 puntos	2 puntos
1	0	31.6	21	47.4
2	10.5	57.9	15.8	15.8
3	42.1	36.8	15.8	5.3
4	45.8	36.8	5.3	0

Se aprecia que el por ciento de estudiantes que en el grupo experimento logra calificaciones de 4 y 5 puntos, como indicadores de calidad en la asimilación de los conocimientos, es superior a los obtenidos por el grupo control. Se evidencia la relación funcional entre la calidad del aprendizaje de los estudiantes y la progresiva y diversificada interacción de los mismos con las simulaciones computacionales.

2.4 Dificultades presentadas al implementar la estrategia.

- No se logra intervenir con las simulaciones computa-

cionales en todas las actividades docentes previstas y con la participación de estudiantes necesaria, lo que estuvo dado por descoordinaciones en la utilización del laboratorio de computación de la carrera.

- Disponer de una sola computadora en el aula especializada de Física en las clases práctica, lo cual limita el empleo de los recursos informático contenido en LAVE.
- No todos los estudiantes asumieron con la misma responsabilidad las tareas asignadas y cuya solución requería la utilización extra clase de las simulaciones computacionales.

3 Conclusiones

El salto cualitativo y cuantitativo logrado por los estudiantes en la asimilación de los conocimientos se correspondió con la satisfacción a sus principales estilos de aprendizaje al escogerse simulaciones computacionales que propiciaron acoplar los estilos de enseñanza con los estilos de aprendizaje.

Modificar las estrategias características de la enseñanza tradicionales mediante la inserción de simulacio-

nes computacionales con capacidad para acoplarse con los estilos de aprendizaje identificados como sensoriales, visuales, activos y globales, propicia mayor eficiencia en la asimilación de los conocimientos de Electromagnetismo en estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica.

Se constató la favorable aceptación de la página Web “Laboratorios Virtuales de Electromagnetismo” toda vez que la misma garantiza los requerimientos cognitivos necesarios de estudiantes y profesores.

Tabla III

Resultado en la asimilación de conocimientos de los 19 estudiantes del grupo control en el curso escolar 2004-2005.

Controles evaluativos	Por ciento de estudiantes que alcanzan las calificaciones indicadas			
	5 puntos	4 puntos	3 puntos	2 puntos
1	5.3	21.1	26.3	47.4
2	10.5	26.3	36.8	26.3
3	26.3	31.6	26.3	15.8
4	31.6	26.3	31.6	10.5

Referencias

¹ C. Álvarez, C. La sistematización de la actividad experimental virtual, una estrategia de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo. Tesis de maestría. CECEDUC, Universidad de Camagüey, Cuba (2005).

² L. Vygotsky. El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores. Cap. 6.: Interacción entre Aprendizaje y Desarrollo. Ed. Grijalbo. México. (1988).

³ R. M. Felder. Learning and teaching styles in engineering education. Engr. Education, 78(7), 674–681 (1988).

⁴ R.M. Felder, “On Creating Creative Engineers,” Eng. Ed., 77(4), 222–227 (1987).

⁵ R. M. Felder and J. Spurlin. Int. J. Eng. Ed. Vol. 21, No.1, pp. 103-112, (2005).