



LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO VECTORIAL A TRAVÉS DEL AULA VIRTUAL EN LA CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ULEAM

THE TEACHING OF THE VECTORIAL CALCULATION THROUGH THE VIRTUAL CLASSROOM IN THE CAREER ENGINEERING IN SYSTEMS OF ULEAM

Ing. Leo Antonio Cedeño Cabezas

leo.cedeno@live.uleam.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Dr.C. Miguel Escalona Reyes

miguelescalrey@gmail.com

Universidad de Holguín, Cuba

Resumen

Las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TICs) se han venido incorporando en todas las áreas de la sociedad, y, por ende, su inclusión en la educación es evidente; ellas viabilizan la creación de un nuevo espacio social-virtual para las interrelaciones humanas, éste entorno posibilita nuevos procesos de aprendizaje y transmisión del conocimiento a través de las redes modernas de comunicaciones.

En el caso de las universidades este proceso se ha presentado de diferentes formas, desde la utilización de estos medios en las clases hasta la utilización de plataformas virtuales y cursos en líneas; específicamente, dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en este nivel, existen disímiles propuestas, aunque las dificultades en el aprendizaje de la misma continúan.

En el presente artículo se presentan los principales resultados obtenidos en la aplicación de una propuesta didáctica, que posibilita el aprovechamiento de los recursos que ofrece el Aula Virtual, para desarrollar los contenidos del Cálculo Vectorial en la carrera Ingeniería en Sistema de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Palabras claves: TICs, aula virtual, enseñanza de la matemática, cálculo vectorial, ingeniería en sistemas

Abstract

Information Technologies and Communications (ICTs) have been incorporated in all areas of society, and therefore, their inclusion in education is evident; they enable the creation of a new social-virtual space for human interrelations, this environment enables new learning processes and the transmission of knowledge through modern communication networks.

In the case of universities, this process has been presented in different ways, from the use of these media in the classes to the use of virtual platforms and online courses; specifically, within the teaching-learning process of Mathematics at this level, there are dissimilar proposals, although the difficulties in learning it continue.

In this paper we present the main results obtained in the application of a didactic proposal, which makes possible the use of the resources offered by the Virtual Classroom, to develop the contents of the Vectorial Calculation in the System Engineering career of the Laica University Eloy Alfaro of Manabí.

Keywords: ICTs, Virtual Classroom, Teaching of Mathematics, Vector Calculus, Systems Engineering

1. Introducción

Una de las áreas del conocimiento que ha tenido un vertiginoso avance en los últimos años, es la de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); ello se evidencia en su desarrollo constante y su presencia en casi todos los ámbitos de la vida de los seres humanos.

En Ecuador, el Plan Nacional de Telecomunicaciones, ha permitido ofrecer mejores servicios de telecomunicaciones, reducir la brecha digital y consolidar

la Sociedad de la Información y el Conocimiento; además, el Internet, la globalización y la movilidad estudiantil exigen a la Educación tener que cambiar e innovar constantemente los modelos educativos tradicionales.

Es por ello que las universidades deben establecer nuevos paradigmas educativos y proponer modelos que permitan mejorar la calidad de la Educación Superior, utilizando los recursos y herramientas que ofrecen las TICs; por lo que es de vital importancia

contar con investigaciones que den respuesta a las demandas sociales, caracterizadas por la influencia y el uso de estas tecnologías en todos los sectores de la sociedad, y en especial, en la formación de los actuales y futuros profesionales.

En el caso de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), para el proceso de enseñanza aprendizaje, se cuenta con una plataforma o Aula Virtual, la cual le brinda la posibilidad, a docentes y estudiantes, de hacer más eficaz dicho proceso; no obstante, el simple uso de este recurso no hará la diferencia, sino que se tendrá que usar de forma adecuada, para de esta manera, lograr un proceso más eficiente.

Entre las carreras que se estudian en la misma, se encuentra la Ingeniería en Sistemas, la cual tiene estrecha relación con el tema abordado, en esta, entre las materias que mayores dificultades presentan los estudiantes para su aprendizaje se encuentran las asignaturas del ámbito de las Matemáticas; en este sentido, se deben aprovechar las potencialidades de las TIC existentes en la universidad y facultad para revertir dicha situación, debido a la importancia de esta materia para la formación de cualquier profesional en el área de las ciencia y la ingeniería.

Son varios los trabajos, dentro de la literatura científica, dedicados a estas y otras temáticas relacionadas con el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería, entre ellos se destacan Deiros, B. y Calderón R. M. (2001); Dujet Ch. (2005); Acosta, R. (2011); entre otros.

Las tendencias son disímiles, las que van desde el papel que debe jugar la Matemática en las carreras de ingeniería, los aspectos metodológicos para su enseñanza, el aprendizaje de esta materia en dichas carreras y el uso de la informática para su enseñanza.

Esta última es una de las tendencias más actuales, entre ella se destacan los trabajos presentados por Colectivo de autores, (1998), Ramírez, E. C. (2004), López, L. (2005), Mateus, J. (2008), entre otros. Pero aún no se ha logrado la utilización masiva y eficiente de estos recursos en la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior, de forma general, y Ecuador en particular.

Como se mencionó anteriormente, esa misma situación está presente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática de forma general y de la asignatura Cálculo Vectorial en particular, en la carrera de Ingeniería de Sistema de la ULEAM; puesto que, a pesar de contar con las facilidades que brinda el Aula Virtual, aún no se evidencia una utilización adecuada de la misma en el proceso de ense-

ñanza aprendizaje de estas asignaturas, y los estudiantes continúan con serias dificultades en el dominio de sus contenidos.

Lo cual conllevó a elaborar una propuesta didáctica para utilizar adecuadamente el Aula Virtual, existente en la ULEAM, en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo Vectorial en la carrera Ingeniería en Sistemas; para ello se asumieron las formas de utilización del Aula Virtual propuestas en los trabajos de Padilla, M. S. y Lagorio, C. (2014), Pérez, M. A. y otros (2014) y Rodríguez, E.; Mentz, R. y Martín, L. (2015) quienes sustentan la necesidad de combinar las actividades presenciales con actividades en línea, conocido como b-learning, en el caso de estas últimas aprovechar todos los recursos que ofrece el Aula Virtual de la ULEAM, tanto aquellos relacionados con el contenido (material de estudio y trabajo), de comunicación (correo electrónico, foro, chat, anuncios y sugerencias) y de evaluación (test, evaluativos, autoevaluativos).

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación se instrumentaron en la práctica las acciones contentivas en los diferentes momentos de la propuesta didáctica elaborada, los cuáles se explicitan a continuación:

1er momento: análisis del contenido

Acciones:

- Revisar el sílabo de la asignatura.
- Analizar la distribución de los contenidos por las unidades temáticas.
- Seleccionar, en cada unidad temática, los contenidos a desarrollar según la modalidad de docencia a emplear (Actividades de docencia: Asistida por el profesor y de Aprendizaje Colaborativo; Prácticas de Aplicación y Experimentación de Aprendizajes y Aprendizaje Autónomo).
- Asignar la cantidad de horas por cada una de las modalidades seleccionadas, en cada unidad temática.
- Revisar que, tanto los contenidos como la distribución de las horas por modalidad, se ajusten a las regulaciones del sílabo y las orientaciones del vicerrectorado académico.

2do momento: utilización del Aula Virtual

Acciones:

- Identificar la modalidad de docencia y tipo de actividad en la que se va a trabajar, pues no será igual el uso que se le dé al Aula Virtual en una actividad de docencia asistida por el profesor, que en una de aprendizaje autónomo.

- Analizar las características de los contenidos a tratar, así como las horas definidas para su desarrollo.
- Valorar los recursos que brinda el Aula Virtual, y su relación con la modalidad de docencia, tipo de actividad y las características de cada uno de los contenidos a desarrollar.
- Definir en cuáles de los contenidos es más factible utilizar los recursos del Aula Virtual, y las horas que se dedicarán para ello.
- Especificar qué recursos del Aula Virtual se utilizará de acuerdo a los contenidos y horas definidas en la acción anterior.

3er momento: formas de utilización de los recursos presentes en el Aula Virtual

Acciones:

- Seleccionar, de acuerdo al contenido, modalidad y recurso a emplear, la forma de utilización del Aula Virtual en este proceso.
- Determinar en cada contenido el recurso, software o asistente matemático que se va a utilizar.
- Diseñar, de acuerdo a la acción anterior, las tareas docentes o actividades que se presentarán para el desarrollo del contenido.
- Precisar el accionar de profesores y estudiantes en la realización de las tareas docentes o actividades diseñadas.

4to momento: ejecución y control

Acciones:

- Desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de la asignatura según lo planificado en los momentos anteriores.
- Valorar si los recursos seleccionados, las formas de utilizarlos, y las tareas docentes y actividades diseñadas favorecieron el desarrollo del proceso.
- Verificar si los estudiantes se apropiaron de los contenidos impartidos.

Para obtener informaciones reales sobre la aplicación de la propuesta didáctica, en el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos del Cálculo Vectorial, se aplicaron entrevistas y encuestas a estudiantes y profesores; para ello se tuvo que determinar, en primer lugar, los elementos esenciales a tener presentes en dicho estudio, tanto para el caso de la enseñanza, como para el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura en la carrera. Ello se realizó, teniendo en cuenta los propósitos de la investigación, así como el estudio teórico y pre-diagnóstico realizado.

Los elementos antes señalados son los siguientes:

En los profesores

- Dominio del Aula Virtual: Se refiere al nivel de conocimientos que el profesor tiene sobre las características fundamentales del Aula Virtual de la ULEAM, así como de sus habilidades para el uso eficiente de la misma en la enseñanza de los contenidos del Cálculo Vectorial.
- Preparación sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática: Se centra en el dominio por el profesor de temas de Pedagogía y Didáctica, relacionados con el uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática, de modo que comprenda los elementos esenciales para dicho proceso.
- Uso del Aula Virtual: Se considera el nivel de utilización de todos los recursos que brinda el Aula Virtual, y su vinculación con software, herramientas matemáticas y demás medios informáticos, para el proceso de enseñanza de los contenidos del Cálculo Vectorial.

En los estudiantes

- Dominio del Aula Virtual: Se refiere al nivel de conocimientos que tiene el estudiante sobre las características fundamentales del Aula Virtual de la ULEAM, así como de sus habilidades para el uso eficiente de la misma.
- Aprendizaje de la Matemática: Se refiere al nivel de profundidad que el estudiante tiene de los contenidos que ha recibido en la asignatura.
- Uso del Aula Virtual para el aprendizaje: Se considera el nivel de utilización de los recursos que brinda el Aula Virtual, así como el conocimiento del software, herramientas matemáticas y demás medios informáticos para el aprendizaje de los contenidos del Cálculo Vectorial.

Por último, se realizó un pre experimento para comparar los resultados obtenidos antes y después de instrumentar la propuesta didáctica elaborada, como vía para valorar la efectividad de dicha propuesta.

Es de señalar que la experiencia tuvo una duración de tres meses, comprendido entre los meses de mayo y julio del año 2017; en este periodo de tiempo, el tercer semestre de la carrera Ingeniería en Sistema de la ULEAM contaba con un paralelo de 35 estudiantes, de ellos 6 estudiantes cursaban la asignatura como arrastre, ya que habían suspendido el semestre anterior.

El pre experimento aplicado fue del tipo preprueba – posprueba, como se muestra en el siguiente diagrama: G O1 X O2, donde G representa el grupo; O1, la aplicación de la preprueba; X, la instrumentación de la propuesta (actividades de la Propuesta

Didáctica), y O2 la realización de la posprueba.

La preprueba consistió en la aplicación de un instrumento, con el doble objetivo de constatar, por un lado, el estado alcanzado en el aprendizaje de los estudiantes en los contenidos recibidos en la asignatura, con vistas a perfeccionar su aprendizaje en la materia; y por el otro lado, la utilización de los resultados para medir los avances de los estudiantes al compararlos con los resultados de la posprueba, que se aplicaría al final de la experiencia.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos aplicados, la triangulación de los mismos, atendiendo a los aspectos valorados anteriormente; revelaron varias regularidades del proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo Vectorial, las cuales se presentan a continuación.

En la enseñanza:

- Desconocimiento de los diferentes recursos con que cuenta el Aula Virtual, así como de las formas de utilizarlas para perfeccionar el proceso de enseñanza del Cálculo Vectorial.
- Insuficientes cursos de superación para los docentes sobre los fundamentos de la Tecnología Educativa; así como de los elementos de la Pedagogía y la Didáctica que sustentan el uso de las TIC en la enseñanza.
- Escasa preparación de los profesores de Cálculo Vectorial, sobre las vías y formas del uso del Aula Virtual para la enseñanza de los contenidos de su asignatura.
- La utilización del Aula Virtual por los profesores se limita, a lo sumo, a la subida de documentos generales de la asignatura (Sílabo, Bibliografía Básica, Guía de Ejercicios, etc.); así como al registro de la asistencia diaria, y las evaluaciones parciales y finales.

En el aprendizaje:

- Escaso conocimiento de las diferentes características del Aula Virtual, así como de las formas de utilización de la misma para el aprendizaje de las asignaturas.
- Bajos resultados en el aprendizaje de la Matemática en general, y de los contenidos del Cálculo Vectorial en particular.
- Desconocimiento del software, herramientas matemáticas y otros medios informáticos para el aprendizaje de los contenidos relacionados con el Cálculo Vectorial, así como de su utilización desde el Aula Virtual.

- Limitada utilización de los recursos del Aula Virtual, solo se utiliza para la consulta de los reportes de evaluaciones y asistencia.

Como se puede apreciar, existen serias deficiencias en el uso del Aula Virtual para el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo Vectorial en la carrera Ingeniería en Sistemas de la ULEAM; si se tiene en cuenta, además, los bajos resultados en el aprendizaje de estos contenidos por los estudiantes, se evidencia la necesidad e importancia de la presente investigación, en aras de favorecer dicho proceso.

Por otra parte, los resultados alcanzados en la preprueba fueron los siguientes:

De los 35 estudiantes del semestre, 16 estudiantes (45,7%) suspendieron; siete (7) de ellos (20%) obtuvieron la calificación de siete (7) puntos; con ocho (8) puntos había cuatro (4) estudiantes (11,4%); cinco (5) estudiantes (14,3%) cogieron nueve (9) puntos y el resto, tres (3) estudiantes (8,6%), obtuvieron la máxima calificación.

Una vez terminada la primera evaluación, se continúa con la realización de la experiencia, es decir, se lleva a la práctica todas las tareas elaboradas en la Propuesta Didáctica, y al final se aplicó la posprueba. La cual arrojó los siguientes resultados:

El aprendizaje de los estudiantes en la asignatura, se comportó de la siguiente forma: suspendieron nueve (9) estudiantes (25,7%), que representa un 20% menos que los resultados de la preprueba; con siete (7) puntos salieron diez estudiantes (28,6%), con ocho (8) puntos 7 estudiantes (20%), tres (3) estudiantes (8,6%) recibieron la calificación de 9 puntos y seis (6) estudiantes (17,1%) terminaron con la máxima categoría.



Gráfico 1. Comparación de los resultados obtenidos en la preprueba y posprueba

A simple vista se puede observar, gráfico #1, los avances en los resultados obtenidos en la posprueba

respecto a los de la preprueba, no obstante, para lograr mayor objetividad en el análisis de estos resultados, se aplicó una prueba estadística que permite verificar si existió diferencias significativas en los resultados alcanzados en las pruebas realizadas.

La prueba utilizada es la de Wilcoxon, que permite determinar la significación de los cambios, Egaña, E. (2003), la cual se pudo utilizar debido a que la variable está medida en escala ordinal, que es uno de los requerimientos de dicha prueba.

Para ello se determinaron las hipótesis siguientes:

H_0 : El aprendizaje del Cálculo Vectorial en la carrera Ingeniería en Sistema de la ULEAM no se favorece con la utilización adecuada de los recursos que ofrece el Aula Virtual.

H_1 : El aprendizaje del Cálculo Vectorial en la carrera Ingeniería en Sistema de la ULEAM se favorece con la utilización adecuada de los recursos que ofrece el Aula Virtual.

Una vez aplicada la prueba estadística, se pudo apreciar un aumento favorable en los resultados de las calificaciones de los estudiantes, o lo que es lo mismo, hubo un mejor aprendizaje en los contenidos impartidos; entre los más sobresaliente está que de los 16 estudiantes suspensos en la preprueba, nueve (9) se mantuvieron en esta categoría y el resto aprobaron: seis (6) con siete (7) puntos y dos (2) con ocho (8) puntos; de los que habían sacado siete (7) puntos, uno (1) suspendió, tres (3) se quedaron con la misma evaluación y tres (3) subieron un punto. Los cuatro (4) estudiantes que tenían ocho (8) puntos, uno bajó a siete (7), otro se mantuvo con la misma calificación y los otros dos (2) subieron un punto; mientras que los cinco (5) que tenían nueve (9) puntos, uno bajó a ocho (8) puntos, uno se mantuvo con la misma calificación y los tres restantes subieron a diez (10) puntos. Los tres (3) estudiantes que obtuvieron diez (10) puntos se mantuvieron con la misma calificación.

La aplicación de la prueba de Wilcoxon permitió calcular el valor del parámetro Z, el mismo fue de 2,7020; así como su valor correspondiente, siguiendo una distribución normal, aproximadamente de un 0,004. Al considerar un nivel de significación del 0,01 el valor obtenido es mucho menor a él, por lo tanto, se puede rechazar la hipótesis nula H_0 y aceptar la hipótesis alternativa H_1 .

Con estos resultados, se puede concluir que, según la prueba de hipótesis realizada, los estudiantes manifiestan una tendencia significativa a aumentar su aprendizaje, lo que evidencia que la instrumentación en la práctica de la Propuesta Didáctica favorece el

proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo Vectorial a partir de la utilización adecuada de los recursos que ofrece el Aula Virtual de la ULEAM.

4. Conclusiones

La Educación Superior en el Ecuador está sufriendo serias transformaciones, que van desde sus concepciones, hasta su desarrollo diario en las aulas de clases; las cuales han estado motivadas por un grupo de exigencias, orientadas por el gobierno y otras instancias o dependencias, a las universidades del país, con vistas a lograr una mayor pertinencia de sus carreras y mayor calidad en la formación de sus egresados.

Una de estas exigencias radica en el establecimiento de nuevos paradigmas educativos o modelos, que posibiliten el uso eficiente de los recursos y herramientas que ofrecen las TICs para lograr una Educación Superior de mayor calidad. En el caso de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior, la utilización de las TICs es una de las tendencias más actuales; no obstante, en la ULEAM aún no existe consenso en cuáles son sus mayores aportes, ni las mejores formas de su utilización.

Los resultados del diagnóstico, realizado en la carrera Ingeniería en Sistemas de la ULEAM, evidenciaron insuficiencias en el aprendizaje de los contenidos del Cálculo Vectorial; así como un pobre aprovechamiento de los recursos del Aula Virtual en este proceso, lo que permitió fundamentar la existencia del problema científico investigado.

La Propuesta Didáctica elaborada, respaldada en los fundamentos del uso de las Tics en la enseñanza de la Matemática y el uso de Plataformas Virtuales, estructurada en cuatro momentos con sus respectivas acciones, permite utilizar adecuadamente los recursos del Aula Virtual para el desarrollo de los contenidos del Cálculo Vectorial; de forma tal que se convierta en una vía novedosa para el tratamiento de estos contenidos, y con ello se favorezca el aprendizaje de los mismos.

La factibilidad de la propuesta fue corroborada en la práctica, con la realización de un pre-experimento y la aplicación de la prueba estadística Wilcoxon, obteniendo resultados favorables en el aprendizaje del Cálculo Vectorial en dicha carrera.

5. Referencias bibliográficas

Acosta, R. (2011) *Procedimientos geométricos para evaluar integrales definidas y sus implicaciones didácticas*. En memorias del evento FIMAT XXI. Holguín. Cuba.

Colectivo de autores, (1998) *Sistema didáctico para*



la introducción de la computación en la disciplina Matemática en las carreras de ingeniería mecánica y metalúrgica. ISPJAE. Cuba.

- Deiros, B. y otros (2002) *Apuntes sobre Didáctica de la Matemática para Ingeniería.* <http://www.monografias.com/trabajos11/monogrr/monogrr.html>
- Dujet, Ch. (2005) *Matemáticas para Ingenieros.* Conferencia pronunciada en ciudad México y Monterrey, por doctora Christiane DUJET directora del programa internacional Matemáticas para los ingenieros.
- Egaña, E. (2003) *La estadística. Herramienta fundamental en la investigación pedagógica.* Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. Cuba.
- Escalona, M. (2007) *El uso de recursos informáticos para favorecer la integración de contenidos en el área de Ciencias Exactas del preuniversitario.* Tesis doctoral. Holguín. Cuba.
- López, L. (2005) *Metodología para el perfeccionamiento del proceso enseñanza aprendizaje del cálculo vectorial, fundamentada en el desarrollo de la visualización Matemática tridimensional.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Camagüey.
- Mateus, J. (2008) *La enseñanza y el aprendizaje del álgebra: una concepción didáctica mediante sistemas informáticos.* Tesis doctoral. MES. Cuba.
- Padilla, M. S. y Lagorio, C. (2014) *Matemática para Hacer - Aula Virtual.* Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. ISBN: 978-84-7666-210-6
- Pérez, M. A. y otros (2014) *Aprendizaje de la Matemática utilizando herramientas del Aula Virtual.* Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. ISBN: 978-84-7666-210-6
- Ramírez, E. C. (2004) *Recursos computacionales para la enseñanza aprendizaje de la Matemática en la Educación Superior.* Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Rodríguez, E.; Mentz, R. y Martín, L. (2015) *Aula tradicional vs. Aula virtual en la enseñanza de la matemática.* V Congreso Nacional e Internacional de Estudios Comparados en Educación. Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Rodríguez, E. y otros (2014) *Una experiencia en el empleo de las TIC en la enseñanza de la Matemática.* Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. ISBN: 978-84-7666-210-6

Fecha de recepción: 28 de noviembre de 2018

Fecha de aceptación: 4 de diciembre de 2018

