

Cálculo Vectorial: un caso de estudio sobre uso de software como estrategia didáctica



Colaboración

María del Refugio Molina Wong; Daniel Arredondo Salcedo; Verenice Ábila Aguilar; Jaime Castañeda Delgado Abraham Esquivel Salas, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte

RESUMEN: El estudio y comprensión del Cálculo Vectorial es esencial para las Ingenierías, aportando las herramientas matemáticas que servirán en la modelización de fenómenos físicos y naturales, descritos matemáticamente por una representación vectorial.

Este estudio propone el uso y evaluación de software en un curso de Cálculo Vectorial, con el objetivo de determinar su impacto en el rendimiento académico.

La propuesta, consiste en realizar un análisis comparativo entre un grupo de control y uno experimental.

Los resultados son alentadores dado que se produce aprendizaje, aunque, no se logran disminuir los índices de reprobación.

PALABRAS CLAVE: Cálculo Vectorial, Matemáticas

ABSTRACT: Calculus Vector class is essential for engineering students, it provides the basic mathematical tools used in the physical and natural phenomena modeling, which can be mathematically described by a vector representation.

Our proposal consists of software use in a Calculus Vector class, in order to determining the academic performance impact. The procedure was simple, comparing evaluation instruments on a control group against the experimental one.

As a result, learning was promoted, on the other hand, evaluation fail rate did not decrease.

KEYWORDS: Calculus Vector, Mathematics.

INTRODUCCIÓN

Aún y cuando la enseñanza del cálculo ha sido tradicionalmente basada en la solución de problemas de una manera mecánica y rutinaria [1], no implica la comprensión de los conceptos [2]. La comprensión del cálculo involucra dificultades de orden superior en el que se encuentran implicados procesos como la abstracción, el análisis, la demostración, entre otros [3].

El estudio y comprensión del Cálculo Vectorial es esencial para una ingeniería [4], proporciona herramientas matemáticas básicas que les servirán en la modelización de diversos fenómenos físicos

y naturales que podrán ser descritos matemáticamente por una representación vectorial. Lamentablemente, los estudiantes demuestran carencias al momento de representar una función de múltiples variables en una dimensión tridimensional.

Con la llegada de las Tecnologías de la Información, se puede promover un cambio en la manera de facilitar conocimientos, pasando de un enfoque centrado en el profesor hacia una formación que hace énfasis en el alumno, dentro de un entorno interactivo de aprendizaje, fomentando una actividad constante donde no solo se acceda a la información, sino que se cree conocimiento a partir de saber filtrar, seleccionar, valorar, criticar, desechar y utilizar adecuadamente [5].

Este estudio propone el uso y evaluación de software en un curso de Cálculo Vectorial, en específico Microsoft Mathematics, en un intento por lograr una forma diferenciada de expresión más que como un recurso tecnológico [6]. Evaluado por los estudiantes ante otras alternativas como Maple, Calculus Solved y MalMath, donde el criterio de elección obedece simplemente a su facilidad de uso.

La metodología, consistió en realizar un análisis comparativo de un grupo de control (modalidad semiescolarizada) y uno experimental (escolarizada), con el objetivo de determinar el impacto del software en la enseñanza del cálculo.

En la siguiente sección encontrará algunos trabajos relacionados, posteriormente se describe la metodología, el análisis de resultados, para finalizar con las conclusiones.

TRABAJOS RELACIONADOS

Costa, Domenicantonio y Vacchino [7] presentan un material didáctico digital para un curso de Cálculo Integral y Vectorial en una y varias variables en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Concluyen que el uso de materiales distintos a los tradicionales, motiva el interés de los alumnos y estimula la actividad intelectual, además, favorece la participación activa, reflexión crítica, trabajo grupal e interacción con los docentes.

Otro estudio hace énfasis en el uso de software para el aprendizaje del cálculo, tal es el caso de GeoGebra [9]. Las experiencias obtenidas de cientos de estudiantes, en general, concluyen que el software les resulta útil, dinámico e interactivo, lo que permite comprender y visualizar los conceptos matemáticos.

Por otra parte, Pantoja en [8] presenta una investigación para determinar los efectos de la utilización del software libre SAGE, en el rendimiento académico del curso de Cálculo Vectorial aplicado a estudiantes de

la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, en Lima Perú. Su conclusión de acuerdo a los resultados estadísticos, es que el grupo experimental incrementó su desempeño con respecto al de control, haciendo uso del software SAGE.

Como se puede apreciar en el estado del arte, no hay una relación directa entre el uso del software como medio didáctico y el incremento en el rendimiento académico, por lo menos en clases de cálculo. De hecho, hay un estudio que sugiere que, para la mayoría de los docentes, el solo suministro de tecnología es insuficiente para la integración exitosa de la tecnología en su enseñanza [10].

METODOLOGÍA

Una primera etapa de este trabajo, consistió en reunir la información sobre la situación académica del estudiante al ingresar al Instituto, los resultados derivados del examen de ingreso, habilidad verbal y matemática, así como los hábitos de estudio.

La segunda etapa determinó la situación actual de los estudiantes, en esta etapa se aplicó el Test del Modelo Honey-Alonso para conocer el estilo de aprendizaje, con la finalidad de contribuir a mejorar o potenciar su estilo de aprendizaje por medio de actividades que los motiven [11].

La tercera etapa, consistió en empleo del software Mathematics como herramienta para realizar los ejercicios.

La cuarta etapa fue la realización y aplicación de los instrumentos de evaluación para determinar los datos de la investigación, y por último, comparar y analizar las calificaciones finales del grupo experimental (modalidad escolarizada) respecto al grupo de control (modalidad semiescolarizada), para determinar el impacto del software en la enseñanza de las matemáticas.

RESULTADOS

Los dos grupos estuvieron formados por 20 estudiantes, de los cuales 13 son mujeres y 7 hombres, con una edad promedio de 19 años.

Como antecedente, 62% proviene del bachillerato de Físico-Matemático, 21% de Informática y el resto de Económico-Administrativo.

En el examen de ingreso, el promedio de los dos grupos en habilidad verbal fue del 38%, mientras que alcanzaron sólo el 18% en habilidad matemática.

En el examen de conocimiento, el mayor porcentaje de respuestas correctas fue para Sistemas de Computo con 36%, seguido por Administración con un 33% y Matemática con un 23%.

Respecto al estilo de aprendizaje (véase la Tabla 1), les fue aplicado el cuestionario Honey-Alonso con el propósito de conocer las preferencias para trabajar con la información, predominando en los dos grupos el estilo activo y pragmático, lo que les permite involucrarse sin prejuicios en experiencias nuevas, buscar ideas y ponerlas en práctica.

Tabla 1. Estilos de aprendizaje. A-Activo, R-Reflexivo, R-Teórico y P-Pragmático.

Grupo	A	R	T	P
Experimental	39%	7%	14%	39%
Control	29%	13%	21%	38%

Como se puede apreciar en la Tabla 2, existe motivación para el estudio, sin embargo, resultaron bajos en la falta de distribución de su tiempo y la optimización de la lectura.

Respecto a la aplicación de los instrumentos de evaluación de los grupos, en el examen diagnóstico, solo el 50% de los estudiantes poseían conocimientos previos del tema; 40% tenía a Excel como única opción para resolver problemas matemáticos.

El 80% nunca había utilizado software en alguna materia de Matemáticas, además, el 67% describió como excelente la idea de emplear software, y que es una manera factible para resolver dudas. El 77% logró graficar sin la asesoría del profesor, a tal grado que se consideró bueno el manejo del software.

Tabla 2. Hábitos de estudio. ME-Motivación para el Estudio, NC-Notas en Clase, OP-Optimización de Lectura, AC-Actitudes y Conductas, DT-Distribución de Tiempo, DE-Distractores de Estudio, PE-Preparación de Examen.

Grupo	DT	ME	DE	NC	OL	PE	AC
Experimental	9%	20%	14%	17%	10%	15%	15%
Control	10%	19%	9%	18%	12%	17%	16%

Entre otros resultados, el 45% de los estudiantes de la modalidad semi-escolarizada (grupo de control), estudia 30 minutos diariamente, contra el 45% del otro grupo que estudia una hora (véase la Tabla 3).

Tabla 3. Comportamiento porcentual sobre los resultados del tiempo de estudio.

Grupo	Tiempo de estudio diario				
	< 30 min	30 min	1 hora	2horas	> 2 horas
Experimental	5	5	9	0	1
Control	4	9	6	1	0

El 18% de todos los alumnos estudian con un compañero, que puede ser una muy buena alternativa a la hora de preparar un examen, una exposición oral, o un trabajo práctico, sin embargo, se prefiere en su mayoría la forma individual (véase la Tabla 4).

Tabla 4. Estrategia para estudiar

Grupo	Individual	Equipo	Pares	Otros
Experimental	19	3	5	1
Control	14	4	4	0

Respecto a los medios de consulta, como se puede apreciar en la Figura 1, la preferencia de más del 80% de los estudiantes es internet, desplazando los libros a poco más del 10%.

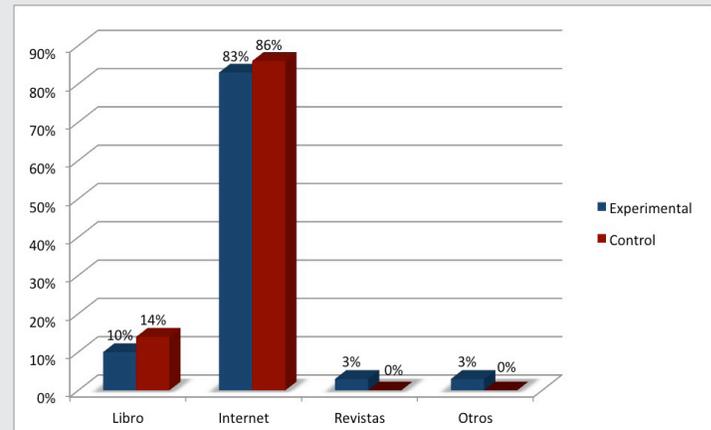


Figura 1. Medios de consulta empleados

Prueba de Hipótesis sobre Medias Poblacionales

Comparación de dos medias muestrales con un nivel de significancia del 5%, donde:

$$H_0 : \bar{x}_1 = \bar{x}_2 \quad \text{Ec. (1)}$$

$$H_1 : \bar{x}_1 > \bar{x}_2 \quad \text{Ec. (2)}$$

Tabla 5. Promedio de Calificaciones de los grupos.

Promedio de calificación del examen	Grupo	
	Experimental	Control
Unidad 1	91	84
Unidad 2	87	93
Desviación Estándar	Experimental	Control
S ₁	8.975	10.19
S ₂	10.06	7.681
Media de la Desviación Estándar	Experimental	Control
\bar{S}	9.518	8.937
Media de los promedios de calificación	Experimental	Control
\bar{X}	89	88.88
Total de alumnos	20	20

Como la muestra $n < 30$ se utilizará la estadística "t" de student, para determinar la importancia de una diferencia entre medias.

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{n_1 s_1 + n_2 s_2}{n_1 + n_2 - 2} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$= \frac{89 - 88.88}{\sqrt{\frac{20(9.518) + 20(8.937)}{20 + 20 - 2} \sqrt{\frac{1}{20} + \frac{1}{20}}}} = 0.068 \quad \text{Ec. (4)}$$

Grados de Libertad

$$v = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38 \quad \text{Ec. (5)}$$

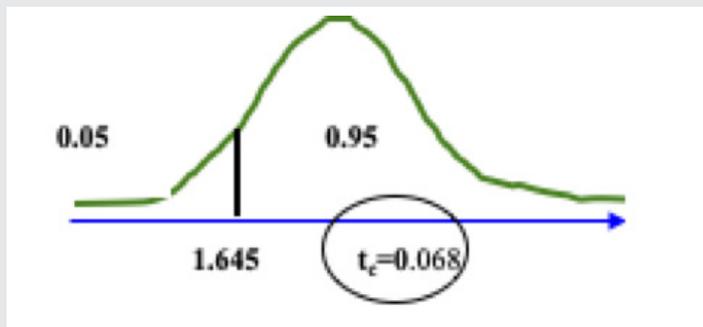


Figura 2. Curva Normal de cola a la izquierda

El Nivel de significación a la derecha del 0.05 es de 1.645. Por lo tanto, se acepta H_0 , se dice que no hay diferencia significativa en lo que respecta al promedio de la calificación del grupo en las unidades evaluadas, al 0.05 nivel de significación.

Prueba de Hipótesis de Proporciones Poblacionales

$$\begin{aligned} H_0 : p_1 &= p_2 \\ H_1 : p_1 &\neq p_2 \end{aligned} \quad \text{Ec. (6)}$$

Intervalo de confianza del 95%, $\alpha = 0.95$.

Tabla 6. Promedio de Alumnos Reprobados.

Promedio de calificación del examen	Grupo	
	Experimental	Control
Unidad 1	4	2
Unidad 2	3	2
Promedio	Experimental	Control
\bar{x}	4	2
Media de proporción poblacional	Experimental	Control
p	0.20	0.10
$1 - p$	Experimental	Control
q	0.80	0.90
Total de alumnos	20	20

Donde:

$$p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{4 + 2}{20 + 20} = 0.15 \quad \text{Ec. (7)}$$

$$q = 1 - 0.15 \quad \text{Ec. (8)}$$

Luego,

$$Z_c = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{pq \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$= \frac{0.20 - 0.10}{\sqrt{(0.15)(1 - 0.15) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}} = 0.8856 \quad \text{Ec. (10)}$$

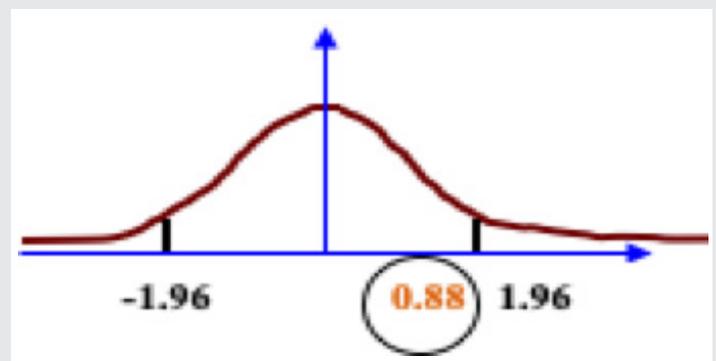


Figura 3. Curva Normal de dos colas

Se acepta H_0 , se dice que no hay diferencia significativa en lo que respecta en la proporción de estudiantes que han reprobado la materia de cálculo vectorial en las unidades evaluadas, al 0.95 nivel de significación confianza.

CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación y de acuerdo con los resultados obtenidos, se logró determinar y analizar el impacto de hacer uso de software, específicamente Microsoft Mathematics, como una herramienta de aprendizaje en una materia de Cálculo Vectorial.

Respecto a la hipótesis planteada, se afirma que, "el uso del Software Mathematics, puede generar Aprendizaje", sin embargo, no disminuyeron los índices de reprobación.

El análisis estadístico, determina que no existe diferencia significativa en el índice de reprobación comparando los dos grupos.

A pesar del esfuerzo inicial que les supone a los estudiantes graficar funciones en el Software, ellos valoran positivamente la utilización del Software en la asignatura. Así mismo, se observó un incremento en el interés por los temas de Cálculo Vectorial.

El 32% de los estudiantes, definieron que la Matemática es útil en la vida y el 8%, que son divertidas y entretenidas. También comentaron que, el software ejemplifica e ilustra visualmente conceptos previamente estudiados, por lo que se aprende de manera diferente, además favorece el ejercicio de ciertas habilidades operativas.

Disponer de Software Libre, abre la posibilidad de tener un laboratorio Matemático que podrá ser utilizado como un recurso tecnológico para generar aprendizaje, permitiéndole realizar pruebas complejas de cálculo numérico, gráfico y simbólico.

Finalmente, asumir que el reto docente implica influir en el estudiante para que esté consciente de la importancia de ser constructor de su propio conocimiento, que le permita adquirir las habilidades, aptitudes y conocimientos que le servirán para enfrentar la realidad en este mundo globalizado. Lograrlo implica que el docente cambie su rol de transmisor a un guía o asesor.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (1995). *La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. Ingeniería didáctica en educación matemática, vol. 1, 97-140.*

[2] Tall, D., Yusuf, M. (1999). *Changing attitudes to university mathematics through problem solving. Educational Studies in Mathematics, 37(1), 67-82.*

[3] Vrancken, S., Gregorini, M., Engler, A., Muller, D., Hecklein, M. (2006). *Dificultades relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje del concepto de límite. Revista PREMISA, 8(29), 9-19.*

[4] García, J. A. (2013). *La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. Educación, 37(1), 29-42.*

[5] Palomo, R., Ruiz, J., Sánchez, J. (2006). *Las TIC como agentes de innovación educativa. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Educación, Dirección General de Innovación Educativa y Formación del Profesorado.*

[6] Olivar, A., Daza, A. (2007). *Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y su impacto en la educación del siglo XXI. Negotium: revista de ciencias gerenciales, 3(7), 2.*

[7] Costa, V., Di Domenicantonio, R. M., Vacchino, M. C. (2010). *Material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del Cálculo Integral y Vectorial. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 21, 173-185.*

[8] Carhuavilca, P., Yesser, H. (2015). *Aplicación del software libre SAGE y su influencia en el rendimiento académico en cálculo vectorial, en los estudiantes del IV ciclo de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería.*

[9] Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., Lavicza, Z. (2008). *Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. In 11th International Congress on Mathematical Education. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico, pp.*

[10] Cuban, L., Kirkpatrick, H., Peck, C. (2001). *High Access and Low Use of Technologies in High School Classrooms: Explaining an. American Educational Research Journal, 38(4), 813-834.*

[11] Bello, P. H., Almaguer, R. T., Rogríguez, A. L. (2017). *Características que presentan los estudiantes con estilos de aprendizaje diferentes en ambientes de aprendizaje colaborativo. Tendencias Pedagógicas, 30, 191-206.*

Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias a la financiación del Tecnológico Nacional de México a través del proyecto "Fortalecimiento de Cuerpos Académicos (IDCA 28030)" en el marco de la convocatoria 2017 otorgado al ITESZAN-CA-2. Así mismo, al Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.