

## WOLFRAM ALPHA, GEOGEBRA Y DERIVE COMO INTEGRANTES DE LA FORMACIÓN STEM

Muñoz-Suárez, M.; Porrás-Fernández, M.

Universidad Técnica de Machala

[mmunoz@utmachala.edu.ec](mailto:mmunoz@utmachala.edu.ec)

### RESUMEN

El aprendizaje de las Matemáticas a un nivel significativo, se vuelve una tarea muy difícil para los docentes dentro de una institución educativa, y más aún en el nivel superior, ya que aquí el maestro se debe enfrentar con vacíos de conocimientos previos, que vienen arrastrados debido a diferentes factores, que hacen que al estudiante se le vuelva complejo el estudio de las ciencias exactas. El objetivo de la presente investigación fue propiciar el aprendizaje de Cálculo por medio del estudio de las aplicaciones de la derivada y el integral empleando software matemático: Wolfram Alpha, Derive y Geogebra, con la finalidad de resolver problemas relacionados con su formación profesional. La presente investigación es de tipo cuantitativa a nivel asociativo con una breve fase cualitativa; para fundamentar el estudio, se realizó un análisis estadístico comparativo del historial del rendimiento académico en cinco niveles, matriculados desde el 2013 al 2016, durante su avance en los tres primeros semestres, y con un grupo focal de estudiantes se recopiló información acerca de los problemas y obstáculos para el aprendizaje de las Matemáticas. Los 26 participantes del proceso investigativo divididos en dos grupos (experimental y control), a quienes se aplicaron un pre y post-test, una vez se desarrolló la intervención estuvieron en capacidad de forma autónoma de aprobar con mejores calificaciones la asignatura de Ecuaciones Diferenciales aplicando software matemático, trabajando con bibliografía actualizada, capacitándose por medio de tutoriales y artículos científicos, lo que permitió alcanzar un nivel superior de suficiencia en ellos basados en la educación STEM.

**Palabras clave:** STEM, software matemático, aprendizaje significativo, educación.

### ABSTRACT

The learning of mathematics at a significant level becomes a very difficult task for teachers within an educational institution, and even more so at the higher level, since here the teacher must be confronted with gaps of prior knowledge, which are drawn due to different factors, that make the student becomes complex the study of the exact sciences. The objective of the present research was to promote the learning of Calculus through the study of derivative and integral applications using mathematical software: Wolfram Alpha, Derive and Geogebra, in order to solve problems related to their professional training. The present research is of quantitative type at associative level with a brief qualitative phase; to support the study, a comparative statistical

analysis of the history of academic performance was carried out in five levels, enrolled from 2013 to 2016, during its progress in the first three semesters, and with a focus group of students, information was collected about the problems and obstacles to the learning of mathematics. The 26 participants of the investigative process divided into two groups (experimental and control), to whom a pre and post-test were applied, once the intervention was developed, they were able to autonomously approve the subject of Differential Equations applying mathematical software, working with updated bibliography, being trained by means of tutorials and scientific articles, which allowed to reach a superior level of sufficiency in them based on STEM education.

**Keywords:** STEM, mathematical software, meaningful learning, education.

## INTRODUCCIÓN

El reto del docente hoy en día, es enseñar Matemáticas de una forma diferente, interactiva, dinámica, contextualizada a los tiempos modernos en que vivimos, en donde la tecnología se convierte en una herramienta de apoyo fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto dentro como fuera del aula.

Dentro de los problemas, dificultades y obstáculos que se le presentan a los estudiantes de Matemáticas a nivel superior, relacionados con el docente, se encuentran: utilización de bibliografía (libros) no actualizada, el limitado uso de tecnología dentro y fuera del aula de clase, la falta de formación profesional en didáctica y pedagogía; y el estudiante reconoce que su deficiente nivel de conocimientos o de bases sólidas en Matemáticas (Funciones y Gráficas, Álgebra, Trigonometría y Geometría Analítica), repercute para que el proceso de enseñanza y aprendizaje se complique.

La presente investigación se desarrolló con estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, en donde el bajo rendimiento académico de los estudiantes reflejado en calificaciones promedio apenas por encima del estándar (70/100) en la asignatura de Cálculo Diferencial, y que éstas bajen más en el siguiente semestre en la de Cálculo Integral, preocupan a las autoridades educativas, y hacen necesario y justificable el intervenir con una propuesta integradora, que permita por medio de la aplicación de software educativo lograr aprendizajes significativos de aplicaciones de Cálculo Diferencial e Integral.

Para atender todos estos problemas, se desarrolló un programa de capacitación y tutorías, en donde se realizó primero una retroalimentación de contenidos y fundamentos de Cálculo Diferencial e Integral, para después trabajar con las aplicaciones de las derivadas y el integral, aplicando una metodología que incluye el uso de tecnologías de la información y comunicación TICs, junto con software educativo, fomentando la investigación con artículos científicos relacionados con la ingeniería y las Matemáticas, todo esto bajo el marco de la metodología o formación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Dentro de los objetivos alcanzados tanto en el corto, mediano y largo plazo se plantearon el propiciar un ambiente de aprendizaje más dinámico apoyado en el uso de las TIC's y software educativo como Derive, apoyado en otras plataformas como Geogebra y Wolfram Alpha; fomentar aprendizajes de Cálculo Diferencial e Integral en base a las aplicaciones de la derivada y el integral en ingeniería; gestionar una metodología de avanzada en el docente de Matemáticas de nivel superior que propicie en sus estudiantes el trabajo autónomo y el aprender a aprender.

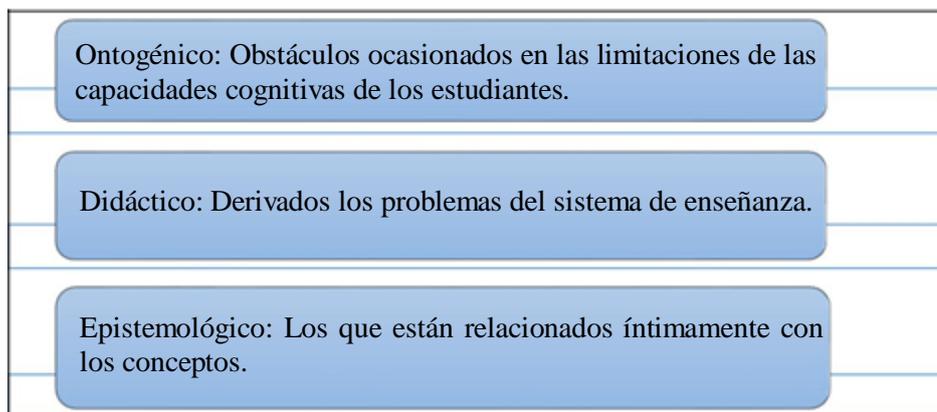
Los estudiantes para todo proceso de enseñanza y aprendizaje necesitan de motivación, ésta puede tener diferentes orígenes, ya sea intrínseca o extrínseca, pero el docente se convierte en el principal actor responsable de propiciar esa energía en el estudiante que debe ser direccionada para el logro de objetivos basándose en la constancia y perseverancia; una forma de gestionar esa motivación es a través del uso de software educativo, aplicación de las TICs y generando la capacidad en el estudiante de aprender por sí mismo, hasta llegar a convertirse en un ente autónomo tanto dentro como fuera del aula.

## DESARROLLO CONCEPTUAL

### Obstáculos, dificultades y problemas en el aprendizaje de las Matemáticas

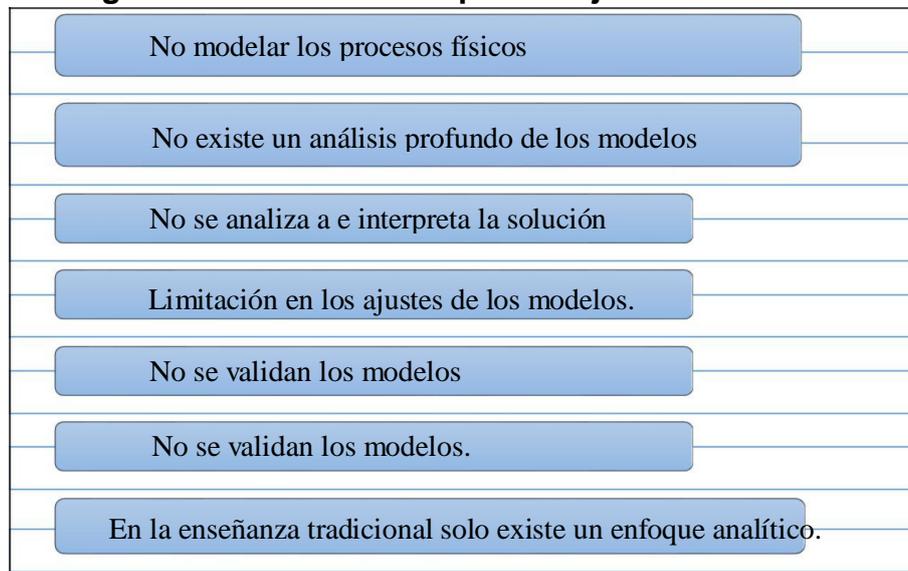
Los docentes de Matemáticas que imparten cátedra en educación superior, no cuentan con una formación técnica en didáctica y pedagogía, puesto que son profesionales graduados en diferentes ramas, como ingeniería civil, ingeniería química o economía; por lo que el maestro universitario se ve abocado a “*aprender empíricamente*” la enseñanza de cátedras como Cálculo Diferencial o Cálculo Integral, mediante la revisión de literatura especializada y la resolución de ejercicios planteados en los textos que se encuentran a disposición en las bibliotecas universitarias.

**Figura 1. Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas**



Fuente: Brousseau (1983).

**Figura 2. Problemas de Aprendizaje en Matemáticas**



Fuente: Balderas (2011).

Brousseau (1983), en sus investigaciones señala tres motivos fundamentales como obstáculos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas: cuando no se usa la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, se presenta algunos inconvenientes o problemas como los que se detallan a continuación (Balderas, 2011).

### Ciclo de Aprendizaje de Kolb

Los docentes tienen que comprender que todos los estudiantes no aprenden de la misma forma, sino que cada uno de ellos es un sujeto activo con características propias que para aprender necesita que el docente aplique ciertas estrategias y metodologías, entre las cuales se encuentra el Ciclo de Aprendizaje de Kolb, el que permite lograr aprendizajes significativos que permitirán alcanzar en el aprendizaje iniciativas hacia el trabajo autónomo.

**Figura 3. Ciclo de Aprendizaje de Kolb**



## Teorías del Aprendizaje

Dentro de las diferentes teorías del aprendizaje existentes se encuentran: el conductismo, cognitismo, constructivismo y el conectivismo, cada uno con propiedades o características que definen: ¿cómo se produce el aprendizaje?, factores que influyen, el rol de la memoria, y la interrogante de ¿cómo ocurre la transferencia?, se definen a continuación:

**Tabla 1. Características de las diferentes teorías del aprendizaje**

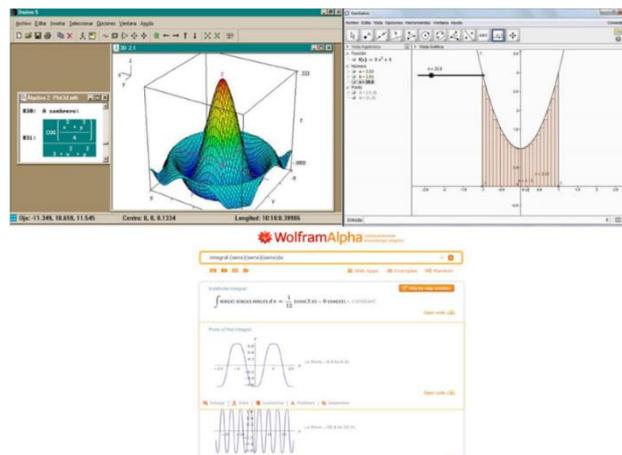
Propiedad	Conductismo	Cognitismo	Constructivismo	Conectivismo
¿Cómo se produce el aprendizaje?	Caja negra. Enfoque principal en el comportamiento observable.	Estructurado, computacional.	Social, significado creado por cada estudiante (personal).	Distribuido dentro de una red, social, mejorado tecnológicamente, reconociendo e interpretando patrones.
Factores que influyen	Naturaleza de recompensa, castigo, estímulo.	Esquema existente, experiencias anteriores.	Compromios, participación, sociales, culturales.	Diversidad de la red, la fuerza de los vínculos.
Rol de la memoria	La memoria es el resultado de repetidas experiencias donde la recompensa y el castigo son influyentes.	Codificación, almacenamiento, recuperación.	Conocimiento previo remezclado al contexto actual..	Patrones de adaptación, representativos del estado actual que existe en las redes.
¿Cómo ocurre la transferencia?	Estímulo, respuesta.	Duplicación de las construcciones de conocimiento del "conocedor".	Socialización.	Conectándose a redes.

## Educación STEM

La relación existente entre las Matemáticas, la Ingeniería, la Tecnología y las diferentes ciencias tanto las exactas como las sociales y las naturales, está demostrada en los diferentes ámbitos, y más aún en el contexto educativo. La necesidad imperiosa de vincular a las TIC's con la enseñanza de las Matemáticas, para desarrollar el interés de los estudiantes por aprender de una forma activa, integradora, en donde su aplicación a las demás ciencias y la Ingeniería, es cada vez más relevante, ya que de esta manera se pueden lograr que el aprendiz se vuelva un ente autónomo, capaz de emprender en proyectos interactivos a un nivel superior que los motive a investigar dentro de su campo de acción. Así tenemos:

- *Wolfram Alpha*: es un buscador de respuestas desarrollado por la compañía Wolfram Research. Es un servicio en línea que responde a las preguntas directamente, mediante el procesamiento de la respuesta extraída de una base de datos estructurados, en lugar de proporcionar una lista de los documentos o páginas web que podrían contener la respuesta, tal y como lo hace GOOGLE. Fue anunciado en marzo de 2009 por el físico británico Stephen Wolfram y está en funcionamiento desde el 15 de mayo de 2009.
- *Derive*: es un paquete de software con capacidad para desarrollar cálculo simbólico, análisis gráfico y manipulación numérica, que permite trabajar con funciones, derivadas, límites, integrales y muchas otras operaciones matemáticas.
- *Geogebra*: es un software matemático interactivo libre para la educación en colegios y universidades. Su creador Markus Hohenwarter, comenzó el proyecto en el año 2001 en la Universidad de Salzburgo, lo continuó en la Universidad de Atlantic, Florida, luego en la Universidad Estatal de Florida y en la actualidad, en la Universidad de Linz, Austria. GEOGEBRA está escrito en Java y por tanto está disponible en múltiples plataformas.

**Figura 4. Aplicaciones de Wolfram Alpha, DERIVE y GEOGEBRA**



Con las diferentes plataformas y la aplicación de TICS's, por medio de Software Matemático, sumado a la actualización bibliográfica, incluyendo a la motivación por medio de las aplicaciones de las Matemáticas en Ingeniería, logrará en el estudiante aprendizajes significativos que los permita emprender de una forma autónoma en el campo de la investigación.

**Figura 5. Componentes necesarios para el Logro de Aprendizajes Significativos**



## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo cuantitativa a nivel asociativo con una breve fase cualitativa, en donde participaron como objeto de estudio un grupo focal de veinte y seis (26) estudiantes del tercer semestre de la carrera de Ingeniería Química divididos en dos grupos (14 del experimental y 12 del grupo de control), matriculados en el periodo 1S/2016, quienes se caracterizan por ser 46,20% hombres y 53,8% mujeres, ambos de entre 19 y 24 años de edad, de quienes 19,20% trabaja y 15,40% tiene hijos.

53,90% tiene problemas de tipo económico y personal. Asimismo, 73,10% indica que la carrera que se encuentran siguiendo no fue su primera opción al momento de postular para ingresar a la Universidad. A más de ello, 57,70% de ellos expresa que la especialidad que siguieron el colegio no tiene relación con la carrera que están siguiendo, sólo 11,50% conoce el programa DERIVE, pero 92,30% manifiesta de forma enfática que la implementación de software educativo mejoraría el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula de clases. De este grupo, 14 se involucraron e iniciaron una fase de capacitación y tutorías, a quienes se les aplicó una prueba diagnóstica, un post test y una encuesta de percepción.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez aplicado el instrumento para la recopilación de información, se codifican y ordenan los datos, para proceder a analizar cada una de las variables y el cómo estas

se relacionan, para posteriormente correlacionar cuáles son los aspectos que más influyen dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje para lograr aprendizajes significativos, conseguir motivación en los estudiantes y que el aprendiz genere una actitud proactiva para aprender. Los resultados obtenidos al procesar la información recopilada con el software estadístico IBM SPSS, se presentan a continuación:

### **Problemas o dificultades para el aprendizaje de las Matemáticas**

42,30% de los estudiantes reconoce que el principal obstáculo para el aprendizaje es su deficiencia en bases o conocimientos previos de Matemáticas; 19,20% manifiesta que un problema es que el docente sólo se dedica a resolver ejercicios más no a explicar el cómo tratar al problema en sí; 15,40% en cambio indica que la falta de didáctica y pedagogía por parte del maestro es la principal causa de dificultad para el aprendizaje.

### **Uso del Aula Virtual**

La mayoría (24/26) de los encuestados (92,30%) manifiesta que sus docentes en los dos primeros años de estudio que llevan en la carrera no utilizan el aula virtual con la que cuenta la universidad; a pesar de ser esta una muy buena alternativa a nivel de las TIC's para estar en contacto semipresencial con el estudiante, a través de chats o foros. Se sugerirá a los profesores de la carrera el implementar el uso del entorno virtual de aprendizaje EVA de la UTMACH, como una obligación dentro de su práctica docente.

### **Uso de software educativo**

96,20% reconoce que sus profesores no emplean software educativo como parte de su práctica docente.

### **Fomento de la investigación y el uso de TIC's en el aula**

50,00% y 42,30% manifiestan que rara vez o nunca el docente promueve la investigación y el uso de las TIC's como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. 92,30% de los encuestados expresa que la implementación de software educativo, y más aún programas específicos en Matemáticas, permitirían resolver ejercicios y problemas de una forma más dinámica, impulsándose así la investigación, el trabajo autónomo y un cambio actitudinal propositivo, mejorando el desempeño del aprendiz en su proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Promedio del estudiante

Parámetros de Evaluación	PROMEDIOS			Desviación Standard		Prueba Factor Z
	Grupo Control	Grupo Experimental	% Variación	Grupo Experimental	Grupo Control	
Evaluación Diagnóstica	5,3	5,8	5,0%	0,8262	2,2913	0,0118
Evaluación Post	6,0	8,5	25,3%	0,8917	1,1766	1,41E-26
Cálculo Diferencial	77,9	80,9	3,0%	6,7989	4,8328	0,0487
Cálculo Integral	77,5	79,0	1,5%	6,8388	4,4823	0,2059
Ecuaciones Diferenciales	75,3	90,7	15,4%	6,8710	4,5968	2,55E-17

Como se puede observar en la tabla 2, la mejora considerable en los resultados obtenidos no solo se evidencia en la evaluación post-test con respecto al diagnóstico aplicado, sino en el promedio alcanzado por el mismo grupo experimental en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales en donde ellos debieron aplicar los conocimientos previos adquiridos un año atrás, los mismos que fueron retroalimentados y potenciados durante la intervención desarrollada durante el proceso de tutorías.

## Proceso de intervención-propuesta educativa

El impacto generado con el uso del software DERIVE, junto con la aplicación de otras herramientas y estrategias didácticas, para el logro de aprendizajes significativos de aplicaciones de Cálculo Diferencial e Integral, no solo se ha podido evidenciar en el mejoramiento de las calificaciones promedio en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, en donde se vuelve fundamental el aplicar todos los conocimientos previos adquiridos de Matemáticas, sino que también el resultado observado en el post-test de ellos, comparado con el grupo de control, ratifica el beneficio alcanzado en los estudiantes.

La metodología empleada en la presente investigación, no sólo consiste en la singularidad de emplear un programa informático (DERIVE) para estimular un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, sino que incluye además a otros componentes como:

- 1) uso de bibliografía actualizada para trabajar con problemas de Cálculo que poseen un mayor grado de dificultad para su resolución, acompañado de ejercicios de aplicación real a su área de competencia como es la Ingeniería Química.
- 2) búsqueda y recopilación de artículos científicos de ingeniería en donde se evidencian las aplicaciones del Cálculo en procesos industriales.

- 3) Implementación del software GEOGEBRA, a la plataforma de Wolfram Alpha, Excel a un nivel intermedio y ya no sólo básico, empleado para la resolución de problemas de forma complementaria.

El uso autónomo del software matemático y de las NTIC's, acompañado de la actualización bibliográfica, genera de forma inmediata una motivación intrínseca que permitirá abordar de forma diferente y más audaz las clases con diferentes docentes, quienes al ver este cambio actitudinal tendrán que cambiar de paradigma, alterar de forma positiva sus procesos mentales así como adaptarse a este nuevo proceso metodológico de trabajo tanto dentro como fuera del aula.

El software DERIVE no logra por sí solo los logros de aprendizajes significativos de Matemáticas, sino también las estrategias planteadas por el docente, más la implementación autónoma de un comportamiento continuo del estudiante buscando herramientas tecnológicas, bibliografía actualizada, tutoriales, grupos de estudio y apoyo en procesos de investigación-vinculación. Todo ello permitirá la mejora continua de sus habilidades y experticia; proceso que debe ser aprovechado de forma eficaz y eficiente por los docentes, para así conformar grupos de trabajo participativos, proactivos, dedicados, motivados y con ganas de aprender.

## CONCLUSIONES

- El grupo de catorce estudiantes que participaron de la intervención educativa mejoraron considerablemente sus rendimientos académicos, y a nivel de curso el promedio en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales se incrementó en un 15,63% en relación al del semestre anterior en la asignatura de Cálculo Integral, lo que denota una reacción, impacto o incidencia en los estudiantes al momento de recibir una asistencia a nivel de tutorías, y que también se convierte en un miembro activo del proceso de enseñanza y aprendizaje al momento de que la clase o el modelo de estudio se vuelve más activo y moderno al implementar el uso de software educativo o las TIC's tanto dentro como fuera del aula.
- El modelo educativo presentado podría y debe ser aplicado por todos los docentes que enseñan Matemáticas o asignaturas relacionadas con las ciencias exactas, debido a que la naturaleza misma de estas materias afines, requiere de una enseñanza diferente, más dinámica, participativa, en donde se explique con ejercicios y problemas de aplicación ¿para qué me va a servir mañana esto que estoy aprendiendo hoy?, al momento que como docentes resolvemos esa interrogante a cada uno de nuestros estudiantes, estaremos generando en ellos ese interés por aprender de forma autónoma.
- La aplicación o uso en el aula de programas como Derive, Geogebra y Wolfram Alpha, entre otros, hacen a la clase más dinámica, el estudiante puede comparar sus resultados al momento de derivar, integrar, o resolver una ecuación de diferencial de primer o segundo orden, lo que le permite ahorrar y ganar tiempo valioso, al momento de desarrollar o resolver un problema de aplicación.
- El incentivo o fomento de la investigación en nuestros estudiantes, se logra día a día tanto dentro como fuera del aula, y el incursionar con ellos en el trabajo

de búsqueda y recopilación de artículos científicos es una buena base o fomento para ello; al encontrar aplicaciones de las Matemáticas conjugadas con la tecnología, el estudiante encuentra sentido al estudio y ve la vinculación de la ciencia con la ingeniería y su formación profesional.

- Con la presente investigación se espera propiciar la aplicación de software educativo y el uso de las TIC's tanto dentro como fuera del aula como una iniciativa para los docentes no sólo de las asignaturas relacionadas con las Matemáticas, sino como una propuesta global que debe ser replicada a nivel general para mejorar la cultura organizacional y el clima laboral dentro del aula, basándonos en tres componentes fundamentales que son: la motivación, el liderazgo y la comunicación, cuando estos tres se conjugan junto con el perfeccionamiento del docente estamos hablando y ratificando una educación de calidad con pertinencia y calidez.

## RECOMENDACIONES

- Una educación que incorpora el uso y aplicación constante, permanente, continua y actualizada de las TIC's, combinado con la enseñanza de aplicaciones de la asignatura que se imparte, permitirá no sólo aprendizajes significativos sino incentivar una formación autónoma y proactiva que consiga que el estudiante se motive a formar equipos de trabajo, aprovechando las destrezas y habilidades interdisciplinarias no sólo en Matemáticas, sino también en otras asignaturas de su malla curricular.
- Se debe socializar esta nueva forma o metodología de trabajo con todos los docentes de las áreas de Matemáticas y de Ingeniería, ya que si sólo un docente la imparte o aplica, el resultado se "diluye" o se minimiza, debido a que es necesario reforzar procesos de tutorías, acompañamiento, asesoramiento y "mentoring" con los estudiantes, formando así semilleros que se involucrarán en procesos de investigación avanzada.
- Los docentes de la carrera de Ingeniería Química junto con las autoridades, deben fomentar el uso y aplicación de las TIC's dentro y fuera del aula, apoyándose en recursos como el aula virtual Moodle 3.0.
- Se debe implementar "el uso obligado" de programas informáticos, software educativo aplicado a Matemáticas y las Ingenierías, como lo son: Derive, Geogebra, Wolfram Alpha, junto con otros como MatLab, SPSS o TORA, que permitirán que el estudiante se familiarice desde los inicios de sus estudios de pregrado con las aplicaciones informáticas en donde se utilizan los fundamentos teóricos adquiridos dentro del aula.
- La propuesta de intervención aplicada debe ser replicada a todas las carreras de la Utmach. Luego se plantea la posibilidad de realizar un estudio a nivel de Instituciones de Educación Superior de la región sur del país, para definir el grado de aplicación de la tecnología como alternativa de mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. También se busca motivar a los estudiantes de ingeniería a incursionar en el campo de la investigación y fomentar en los docentes un cambio de paradigma en la forma de enseñar Matemáticas, valorando el Cálculo Diferencial e Integral como base para el aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M. y Castro, U. (2008). *Aplicaciones informáticas en el aula para la asignatura de Análisis Matemático*.

Aragón, M. y Jiménez, Y. (2009). Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategia docente para elevar la calidad educativa. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*.

Arrieché, M. (2007). ¿Qué se investiga en educación matemática?: perspectiva de un investigador en desarrollo. *Paradigma*, 23(2).

Balderas, A. (2011). *Didáctica de las Ecuaciones Diferenciales y tecnología Informática*.

Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Bayón, L. et al. (2010). Aprendizaje interactivo en Matemáticas utilizando el Wolfram Demonstrations Project. *XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*.

Brousseau, G. (1983). *Les obstacles épistemologiques et les problèmes en mathématiques*.

Camacho, M. (2010). La Enseñanza y Aprendizaje del Análisis matemático haciendo uso del CAS (Computer Algebra System).

Castro, I. (2010). *Aplicaciones al Álgebra Lineal utilizando Derive*.

Cuicas, M. y Debel, E. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Actualidades Investigativas en Educación*, 7(2).

Del Puerto, S., Minnaard, C. & Seminara, S. (2004). *Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas*. Buenos Aires.

Dubinsky, E. (1996). *El aprendizaje de los conceptos abstractos de la Matemática avanzada*. Puerto Rico.

Escudero R., Llinás H., Obeso V. y Rojas C. (2005). Influencia de la tecnología en el aprendizaje de cálculo diferencial y estadística descriptiva.

Favieri, A. y Scorzo, R. (2010). Análisis de la percepción de dificultad que tienen los alumnos con respecto a trabajos prácticos realizados con software matemático.

- Jonassen, D., Carr, C. & Ping, H. (2005). *Computers as Mindtools for Engaging Learners in Critical Thinking*.
- Macías, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Martínez V. (2001). Enseñanza de Matemáticas en Carreras Químicas desde un enfoque aplicado y motivador. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 2(45).
- Noriega, M., Rosillo, L. Treviño, M. y Martín, L. (2011). Traducción del lenguaje verbal al lenguaje gráfico y simbólico con la ayuda de Geogebra.
- Ortega, P. y Serra, J. (2008). *Problemas de Cálculo Diferencial: cuestiones, ejercicios y tratamiento en Derive*. Madrid: Pearson Educación.
- Perez, J. (2013). *Empleo del software educativo y su eficiencia en el rendimiento académico del Cálculo Integral en la Universidad Peruana Unión*, Lima.
- Pluinage, F. (2011). Uso de las tecnologías de la información y la Comunicación en la Enseñanza del Cálculo.
- Quintana, D. (2010). Tratamiento didáctico de la derivada: aplicación del programa Derive.
- Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en Matemáticas y ciencias en la escuela secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de la Educación*.
- Scorzo, R., Favieri, A. & Williner, B. (2014). Análisis de una actividad sobre funciones racionales realizada con software matemático.
- Stewart, J. (2013). *Cálculo Diferencial e Integral*. México: Thomson Editores.
- Terrero J., Pérez O. (2010). Propuesta didáctica para la enseñanza del tema funciones a través de la utilización de estrategias metacognitivas y el uso del Derive. *Unión*.
- Villarreal, M. (2003). *Pensamiento matemático, cálculo diferencial y computadoras. Educación Matemática*.
- Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*.