

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS PARA CURSOS DE INGENIERÍA EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES PARA CURSOS DE INGENIERÍA

AUTORES: Felipe Rumbaut León¹

Eneida María Quindemil Torrijo²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: frumbaut@gmail.com

Fecha de recepción: 22 - 01 - 2017

Fecha de aceptación: 14 - 03 - 2017

RESUMEN

La enseñanza de las matemáticas trae consigo la búsqueda de alternativas que hagan más loable su aprendizaje. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones brindan la posibilidad de trabajar problemas matemáticos aplicando la interactividad y visualización de grandes deducciones en poco tiempo, logrando el interés y motivación de los estudiantes. El objetivo de este trabajo está en valorar el uso de Matlab y Excel en la asignatura Métodos numéricos para carreras de ingeniería. Para ello se realizó un estudio cuasiexperimental donde se trabajó con tres grupos experimentales y un grupo control. En todos los grupos se impartieron los modelos matemáticos numéricos teóricos de la misma forma; pero en la solución de problemas se estableció la aplicación Matlab y Excel para los grupos experimentales, mientras que para el grupo control los ejercicios fueron resueltos por métodos tradicionales. Para los referentes teóricos se consideró el método del análisis documental a la literatura sobre el tema, así como el método histórico lógico en la disertación. Entre los resultados se destacan que mientras el grupo de control solamente podía resolver un ejercicio en cada clase con muchas dificultades operatorias, los grupos experimentales resolvían entre tres y cuatro ejercicios, permitiendo hacer análisis más profundo y general de los problemas y sus aplicaciones, lográndose en éstos grupos mayor desarrollo en las habilidades para la resolución de problemas, obteniendo mejores calificaciones en las evaluaciones. Las conclusiones apuntan hacia la necesidad de generalizar el uso de las tecnologías en la asignatura, aumentando la motivación de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las matemáticas; Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; Métodos numéricos; Matlab; Excel.

¹ Licenciado en Matemática y Licenciado en Física. Master en Nuevas Tecnologías para la Educación. Docente Auxiliar del Instituto de Ciencias Básicas en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

² Doctora en Documentación e Información Científica. Docente Titular de la Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: equindemil@gmail.com

INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMMUNICATIONS IN THE SUBJECT NUMERICAL METHODS FOR ENGINEERING COURSES IN HIGHER EDUCATION

ABSTRACT

The teaching of mathematics brings with it the search for alternatives that make its learning more praiseworthy. The Information and Communication Technologies offer the possibility of working mathematical problems by applying the interactivity and visualization of large deductions in a short time, achieving the interest and motivation of the students. The objective of this work is to evaluate the use of Matlab and Excel in the subject Numerical methods for engineering careers. A quasi-experimental study was carried out in which three experimental groups and a control group were studied. In all groups theoretical numerical mathematical models were taught in the same way; But in the solution of problems was established the application Matlab and Excel for the experimental groups, whereas for the control group the exercises were solved by traditional methods. For the theoretical references, the method of documentary analysis was considered in the literature on the subject, as well as the logical historical method in the dissertation. The results show that while the control group could only solve one exercise in each class with many operative difficulties, the experimental groups resolved between three and four exercises, allowing a deeper and more general analysis of the problems and their applications, achieving in these groups further developed problem-solving skills, obtaining better grades in assessments. The conclusions point to the need to generalize the use of the technologies in the subject, increasing the motivation of the students.

KEYWORDS: Teaching mathematics; Information and Communication Technologies; Numerical methods; Matlab; Excel.

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) han revolucionado todas las esferas de la vida: económica, social, política, cultural y educativa. Los años 80 del siglo pasado abrieron puertas a la llamada Sociedad de la Información; denominativo que trasciende hasta la actualidad, cuyo debate lleva a polémica sobre Sociedad del Conocimiento, Sociedad de la Inteligencia.

Más allá de las disquisiciones que emergen, cierto es que las TICs han cambiado el universo de las relaciones sociales. La educación lleva una dosis muy fuerte de su aplicabilidad. La enseñanza asistida por computadoras está dando mejores resultados que el rol tradicional del docente en el aula de clases. El nivel de motivación de los alumnos es mucho mayor cuando se trabaja con un software; igualmente los resultados se consiguen a la menor brevedad, acortando el tiempo de entrega de ejercicios y deberes. Por otra parte, la interrelación que se logra entre los estudiantes y el docente es más factible; en

tanto se potencia la independencia del estudiante, el autoaprendizaje y, conjuntamente, el trabajo colaborativo.

Las carreras de ingeniería requieren de una base matemática sólida, pero a la vez, dinámica; que les permita a los estudiantes el razonamiento lógico a la menor brevedad; por lo que se hace inminente la búsqueda de alternativas para la enseñanza de problemas matemáticos complejos, incluso asociados a la realidad (OCDE, 2003; Rodríguez y Quiroz, 2016)

La Universidad Técnica de Manabí está velando por la excelencia en sus programas de estudio; por ello ha considerado necesario fomentar el aprendizaje en las carreras de ingeniería a partir de la creación del Instituto de Ciencias Básicas, cuyo propósito está en fortalecer la formación de materias como las matemáticas, trabajando en la generación de aprendizajes con uso de la tecnología que potencien el acercamiento entre problemáticas de la vida real en las ingenierías que serán resueltas a partir de la aplicación de métodos numéricos.

Investigaciones precedentes como la de Romo y Oktaç (2007) aseguran la importancia de introducir al estudiante de ingeniería en los modelos de pensamiento teórico: reflexivo, sistémico y analítico, y el pensamiento práctico que privilegia la acción sobre cosas o hechos concretos. Los trabajos de Rodríguez (2010), de Salinas, Alanís y Pulido (2011) y de Romo (2014) hacen énfasis al tratamiento de situaciones utilizando la modelación matemática para la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería. Los autores inquietan en qué enseñar, el cómo y para qué enseñarlo.

En la búsqueda de alternativas para potenciar la enseñanza sobre una base teórica y, a la vez, práctica es que se induce el aprendizaje de las matemáticas a través de la aplicación de las TICs. Por ello el objetivo de la pesquisa que se presenta está en valorar el uso de Matlab y Excel en la asignatura Métodos numéricos para carreras de ingeniería.

El estudio realizado es de tipo cuasiexperimental donde se trabajó con tres grupos experimentales y un grupo control. En todos los grupos se impartieron los modelos matemáticos numéricos teóricos de la misma forma; pero en la solución de problemas se estableció la aplicación Matlab y Excel para los grupos experimentales, mientras que para el grupo control los ejercicios fueron resueltos por métodos tradicionales. Se empleó el Statgraphics Centurion 16.103 para el análisis de los datos. En cuanto a los referentes teóricos se consideró el método del análisis documental a la literatura sobre el tema, así como el método histórico lógico en la disertación.

DESARROLLO

1.- Las matemáticas en las ingenierías. Algunos presupuestos

En la literatura consultada son varios los autores que han incursionado sobre las posibles relaciones entre las matemáticas y las ingenierías. El criterio que prevalece es que la primera constituye un basamento para el desarrollo de la

segunda. Kent y Noss (2002) debaten sobre el tratamiento didáctico que se debe dar a las matemáticas en la medida que las ingenierías evolucionan producto de los cambios científicos, tecnológicos y sociales.

En la búsqueda de alternativas para hacer más didáctica la enseñanza de las matemáticas Macías (2012) presenta un programa para la asignatura Álgebra Lineal planteando que éste aporta al futuro ingeniero “la capacidad para desarrollar un pensamiento lógico, heurístico y algorítmico al modelar fenómenos de naturaleza lineal y resolver problemas”.

Romo (2014) hace mención de la proyección de D’Ocagne sobre su opinión de que las matemáticas proveen a las ingenierías de fórmulas, esquemas y métodos gráficos; considerando que tanto la teoría como la matemática operacional y funcional deben ser parte de la formación académica del ingeniero. La teoría para posibilitar la resolución de problemas y la operacional- funcional para enfrentar el cotidiano profesional del ingeniero.

El siglo XX se destaca por el progreso científico y tecnológico. La presencia de programas computacionales, las especializaciones en el área ingenieril, la ampliación de los campos científicos, entre ellos el de las matemáticas y el número elevado de estudiantes que optan por estas carreras van modificando tanto las prácticas profesionales como la propia formación de la que son objeto.

A decir de Alarcón, Martínez y Callejas (2016) la ingeniería de software tiene una naturaleza cambiante, lo que hace inminente la conciliación de los perfiles profesionales a estos cambios. En tal sentido, el utilizar software como Matlab en la enseñanza de métodos numéricos para el accionar del ingeniero toda vez incorporado a las diferentes esferas de actuación, lleva implícita la búsqueda de alternativas para ir adecuando una enseñanza tradicional a una interactiva con métodos modernos, donde el estudiante sea partícipe de su propio progreso y pueda ir evaluando sus competencias.

Rodríguez, Álvarez y Urquiza (2016) hacen un estudio del impacto de las TICs en el proceso de orientación profesional de la Licenciatura en Educación Matemática-Física, destacándose la motivación por parte de estudiantes y docentes en el trabajo experimental a partir de supuestos que destacan en el trabajo con software la posibilidad de disminuir las incertidumbres en el proceso de medición, así como la realización de análisis estadísticos con mayor precisión, cuestiones que apuntan hacia una educación de calidad en la realidad cubana.

1.1.- Estrategias didácticas en el aprendizaje de las matemáticas. Consideraciones hacia el uso de las TICs

Las diferentes teorías sobre cómo aprender, han incluido en sus saberes el papel que desempeña el software educativo. A propósito, un estudio realizado por Urbina (1999) presenta los aportes de cada una. Enfatiza en el conductismo que la asociación es uno de los elementos centrales del aprendizaje teniendo en cuenta la secuencia estímulo respuesta. Las primeras aplicaciones educativas

de las computadoras tienen el basamento de la enseñanza programada a partir de la formulación de preguntas y la respuesta por parte de los alumnos.

La Teoría del Aprendizaje Significativo presenta el término significativo en oposición al memorístico. Para Ausubel et al. (1997) la enseñanza asistida por ordenador es un medio eficaz para plantear escenarios de descubrimiento, pero no sustituye el laboratorio, enfatizando en el rol que tiene el profesor que no es reemplazable por una computadora.

En contraposición a la posición de Ausubel que ve al estudiante solo como receptor del aprendizaje, Bruner (1972) destaca el Aprendizaje por Descubrimiento. El autor concibe que el estudiante debe, a partir de los conceptos básicos, pasar de un pensamiento concreto a un estado de representación conceptual y simbólica.

La UNESCO (2004) hace énfasis al proceso de aprendizaje cognitivo considerando el andamiaje que proporciona el docente al estudiante para desarrollar su cognición y construya sus propias estructuras por medio de la interacción, siendo muy valiosas las TICs para lograrlo.

Las diferentes teorías expuestas nutren el proceso de enseñanza aprendizaje; ellas pueden potenciar la aplicación de nuevos métodos pedagógicos, resaltando las potencialidades de las TICs para crear y recrear escenarios de aprendizajes, estimular la motivación, la interacción y el autoaprendizaje.

Baquero y González (2006) son del criterio que a través de la historia, la Matemática fue evolucionando con los disímiles descubrimientos, pasando del empirismo inicial a la abstracción, y por diversos cambios que fueron sucediendo hasta adquirir el lenguaje en que está escrita, el método con el que se trabaja y la estructura abstracta en la que se mueve. Junto a estos cambios, también surgieron teorías de cómo enseñarla ya fuera por la repetición de ejercicios, enfoques prácticos con desconocimiento de cualquier teoría, la memorización de las propiedades formales de las operaciones, llegando a la resolución de problemas o la incorporación de actividades que permitan el uso de calculadoras y computadoras.

En el entorno universitario se requiere incursionar en métodos que lleven a un aprendizaje activo del estudiante. Muchas veces las clases se conciben de manera expositiva mostrando algunos ejemplos y ejercicios, obviando la necesidad de que los estudiantes construyan de manera colectiva e individual el significado matemático (Planas, 2002; Alsina y Domingo, 2010)

Los autores Alsina y Domingo (2010) hacen un estudio sobre los cinco niveles o tipos de análisis aplicables a un proceso de estudio matemático: *1) los tipos de problemas y sistemas de prácticas (significados sistémicos); 2) las configuraciones de objetos y procesos matemáticos; 3) las trayectorias e interacciones didácticas; 4) el sistema de normas y metanormas que condicionan y hacen posible el proceso de estudio (dimensión normativa); 5) la valoración de la idoneidad didáctica del proceso de estudio.*

Este último análisis permite reflexionar sobre los componentes: epistémico, cognitivo, interaccional, mediacional, afectivo y ecológico que a decir de Godino, Batanero y Font (2007) están presentes en él. Lo epistémico puede ser resuelto a partir de las competencias matemáticas de los currículum, porque ello implica construir conocimientos matemáticos tomando en cuenta diversas situaciones. Lo cognitivo parte del supuesto de considerar los conocimientos anteriores que deben estar presentes en el estudiante para que pueda sustentar los nuevos que se les van a impartir. En relación al componente interaccional hay que verlo desde la perspectiva docente-estudiantes y estudiantes-estudiantes; recordando la necesidad de que el docente esté guiando el aprendizaje y aclarando las dudas. El componente mediacional considera el interés del estudiante por el medio y cómo incide en su aprendizaje, teniendo mucho que ver con el uso de las TICs; herramientas que influyen muy positivamente en el componente emocional y en el clima de trabajo en equipo. Por último, lo ecológico refiere al espacio de aprendizaje ya sea dentro o fuera del aula. (Alsina y Domingo, 2010).

El uso de las TICs ha transformado y seguirá transformando la enseñanza de la Matemática, ya sea para el cálculo aritmético o simbólico, para la graficación de funciones como para otras aplicaciones. La realización de ejercicios con software educativo desarrollado para Matemática tiende a evitar el trabajo rutinario que los estudiantes deberían realizar. Se ahorra tiempo que podrá ser utilizado para el análisis y comprensión de los contenidos abordados, a lo que debemos añadir el gran apoyo que simboliza para el estudiante la posibilidad de graficar y tratar de concebir los conceptos en estudio.

1.2.- Las TICs en la enseñanza de métodos numéricos. Reflexiones hacia el aprendizaje en carreras de ingenierías.

Goldenberg (2003) es del criterio que el uso de la tecnología en las clases de matemática debe llevar a la creación de ambientes matemáticos que sirvan como “procesadores de ideas matemáticas”, pues se espera que el estudiante produzca ideas, las exprese, desarrolle y edite. Esto se puede lograr mediante la utilización en clases de (Lenguajes de programación, software dinámico, hojas de cálculo, programas sobre lenguaje simbólico algebraico y otros). Según este autor deben aplicarse principios para el uso de las tecnologías en las clases de matemática, refiriendo los siguientes:

- *Principio de género: Tener claramente definidos los objetivos de la clase y las necesidades particulares específica de los estudiantes para así seleccionar las tecnologías que permitan colaborar en el cumplimiento de las acciones y tareas de la clase y poder alcanzar las metas propuestas.*
- *El principio del propósito: El uso de las tecnologías no pueden interferir con el propósito de la clase, sino permitir la comprensión más rápida y efectiva de dicho propósito. Ejemplo: en una clase cuyo propósito es deducir algunas de las reglas de derivación inmediatas no debe usarse un*

software que nos informe directamente los resultados de la derivada porque impediría lograr el propósito de la clase.

- *Principio de la respuesta versus análisis: No debe usarse la tecnología que produzca directamente los resultados sin dejar ver el proceso de razonamiento y análisis de los pasos intermedios de un problema. La tecnología debe utilizarse para ayudar a los estudiantes en el seguimiento de los pasos del razonamiento lógico del problema en las clases iniciales de aplicación de un modelo matemático.*
- *Principio de quien es el que piensa: En relación con cada lección en particular debemos pensar. ¿La tecnología suple la capacidad que debe poseer cada estudiante? ¿La tecnología permite desarrollar la capacidad de pensar de cada estudiante independientemente del uso de la tecnología? El uso de la tecnología debe tener en cuenta ambos enfoques. Abordar la solución de un problema desde diferentes ángulos permite desarrollar el pensamiento del estudiante de forma independiente a la tecnología que se aplique.*
- *Principio del cambio cuidadoso del contenido: el contenido a impartir debe ser cuidadosamente seleccionado, no teniendo en cuenta para esto solo el uso de las tecnologías sino además lo que los estudiantes deben estar en capacidad de hacer y razonar.*
- *Principio del uso fluido de las herramientas: Aprender pocas herramientas pero a fondo para utilizarlas de manera adecuada e inteligente en la solución de problemas difíciles y contribuir en la educación matemática del estudiante. (Hoja de cálculo, software dinámico, calculadora y otros que se consideren indispensables).*

Los diferentes métodos numéricos permiten aproximar la solución de diversos problemas. Algunas veces, para un mismo problema existen diversos métodos numéricos que se pueden aplicar. Estos métodos poseen diferencias relacionadas a la forma en que se aproximan a la solución indagada y a la cuantía de cálculos que requieren para conseguir una solución, afectando la eficiencia de cada uno de ellos. La inclusión de las TICs ha simplificado la cantidad de operaciones que eran necesarias realizar.

Los métodos numéricos son técnicas mediante las cuales es viable enunciar problemas que pueden solucionarse empleando operaciones aritméticas. Todos los tipos de métodos numéricos llevan a cabo un buen número de monótonos cálculos aritméticos. Con el uso de las computadoras, la utilización de los métodos numéricos en la solución de problemas de las ingenierías ha aumentado cuantiosamente en los últimos años. Ello ha permitido que se puedan aproximar los cálculos sin tener que acudir a hipótesis de reducción o técnicas deficientes. Los métodos numéricos constituyen opciones que amplifican la capacidad para comprobar y solucionar problemas; disponiéndose de más tiempo para valer las posibilidades creativas personales.

Hasta hace algunas décadas la realización de cálculos resultaba bien complejo. Por ejemplo, en 1930 el 75% del costo de un objetivo de cámara fotográfica estaba dado por el cálculo de su óptica; debían seguirse laboriosamente la trayectoria de los rayos en su refracción a través de media docena de dioptría o superficies de separación entre varias clases de vidrio y el aire. En la actualidad, el costo de este cálculo es prácticamente nulo y el precio de estas cámaras ha disminuido notablemente. En las construcciones electromecánicas, la ingeniería cuesta sólo el 2% del total, y a veces se da sin cargo al quedar comprendida dentro de los márgenes en que fluctúa la utilidad. Ello se debe a la incorporación de las tecnologías informáticas como herramienta de cálculos matemáticos. (Pizarro, 2009)

En cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje de los métodos numéricos, el docente en su clase puede explicar distintos ejemplos para los cuales aplicará los diferentes métodos de resolución que haya pensado. Para ello puede utilizar la pizarra, diapositivas o presentaciones; pero por el tiempo del que dispone podrá mostrar sólo un ejemplo representándolo gráficamente. Sin embargo, con el uso del Matlab y seleccionando previamente los ejemplos correctos, podrá ejemplificar en su clase los casos que considere necesario e incluso proponer nuevos ejemplos, promoviendo la intervención de los estudiantes. Podrá también utilizar el mismo ejemplo, cambiando las variables implicadas para observar cómo se modifican los resultados que se obtienen. El uso de este software educativo aporta beneficios educativos para el docente y para el estudiante.

La integración educativa de TICs comprende múltiples y complejos procesos, se necesitará de profesores bien formados, con competencias pedagógicas y comunicativas apropiadas a los requerimientos de los entornos digitales de formación que habrán de estar adecuadamente sincronizados para asegurar el buen funcionamiento de las distintas iniciativas o proyectos en esta materia. (Chiappe, 2016)

1.3.- Estudio cuasiexperimental realizado con estudiantes de la asignatura Métodos Numéricos en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

La asignatura Métodos Numéricos fue impartida a los estudiantes de segundo y tercer año de ingeniería en la universidad. Con una muestra de 105 estudiantes que recibirían el curso de métodos, divididos en cuatro grupos, tres experimentales y uno de control, con matrículas Experimental-1 25 alumnos; Experimental -2 25 alumnos; Experimental -3 26 alumnos y Control -1 29 alumnos, se trazó el siguiente problema a investigar:

Bajo nivel en el desarrollo de habilidades en la solución e interpretación de los resultados de problemas relacionados con los métodos numéricos por los alumnos de ingeniería de la Universidad Técnica de Manabí.

Se elabora la hipótesis: H_1 : El trabajo con las hojas de cálculo de Excel y el software MatLab en la solución de los problemas tomados como ejemplos y propuestos contribuye a mejorar la precisión y confiabilidad de las soluciones

encontradas, así como a interpretar correctamente los resultados según el contexto del problema.

Para proceder, en los grupos experimentales, se aplicó la variable: solución de problemas empleando las hojas de cálculo de Excel y software MatLab. Mientras que en el grupo de control se siguió el método manual tradicional para resolver los problemas, con calculadoras. La teoría se impartió en toda la muestra de la misma manera. Todo el desarrollo experimental estuvo a cargo de un mismo profesor para todos los grupos. Los ejemplos resueltos y propuestos fueron los mismos y las evaluaciones transcurrieron con modelos de evaluación similares. Después de impartido el curso se relacionaron las evaluaciones finales para comprobar la calidad en la aplicación de los contenidos impartidos y evaluados. La evaluación final de los grupos experimentales se tomó con factor uno, lo que significa grupos a los cuáles se les había aplicado la variable independiente y los del grupo de control con factor cero, el que no se le aplicó la variable independiente y recibió el curso por el método tradicional, obteniéndose los resultados siguientes:

- Se aplicó un análisis de varianza simple ANOVA para buscar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos experimentales y la media del grupo control. La tabla 1 expone las diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de nota final de los grupos experimentales en relación a los obtenidos por el grupo control. La prueba de múltiples rangos de Duncan corroboró estos resultados, mostrando un asterisco entre los dos grupos, cuyo significado es la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos grupos:

Tabla 1. ANOVA para nota por factor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	357,52	1	357,52	6,62	0,0115
Intra grupos	5558,99	103	53,9708		
Total (Corr.)	5916,51	104			

Método: 95,0 porcentaje Duncan

<i>factor</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	29	81,2414	X
1	76	85,3684	X

Contraste	Sig.	Diferencia
0 - 1	*	-4,12704

* indica una diferencia significativa.

- Se aplicó la prueba de verificación de varianzas para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las desviaciones estándar de cada grupo; como el p-valor es superior a 0,05 se comprobó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para las desviaciones estándar, lo cual puede interpretarse como que ambos grupos de muestras proceden de la misma población. La tabla 2 permite apreciar esta explicación:

Tabla 2. Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levenes	1,29303	0,258129

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
0 / 1	6,89542	7,50794	0,84349	0,6273

- Se practicó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de ambos grupos, obteniéndose que como el p-valor es inferior a 0,05 existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas. La tabla 3 expone lo anterior:

Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis para nota por factor

factor	Tamaño Muestra	Rango Promedio
0	29	41,1207
1	76	57,5329

Estadístico = 6,11654 Valor-P = 0,01339

El tratamiento estadístico realizado a los datos que se recogieron tanto de los grupos experimentales como del grupo control permitió corroborar la hipótesis alternativa planteada: *El trabajo con las hojas de cálculo de Excel y el software MatLab en la solución de los problemas tomados como ejemplos y propuestos contribuye a mejorar la precisión y confiabilidad de las soluciones encontradas, así como a interpretar correctamente los resultados según el contexto del problema.*

El resultado de las evaluaciones realizadas corroboró que la preparación de los estudiantes de los grupos experimentales fue superior a la preparación de los estudiantes del grupo control; igualmente el interés y motivación por la asignatura y el nivel de aplicabilidad de la misma a las carreras de ingeniería

tuvo mayor acogida en los grupos experimentales. Ello permite aseverar que el uso de las TICs en la impartición de los contenidos de esta asignatura no solo es un indicador de precisión y confiabilidad en las soluciones de los problemas, sino que potencia el aprendizaje de los estudiantes y sus expectativas por la realización de problemas y ejercicios con una base matemática compleja.

CONCLUSIONES

La aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en las matemáticas ayuda a fomentar el aprendizaje; en tanto se pasa de una enseñanza tradicional y estática a un intercambio de aprendizajes entre docente y estudiantes y entre estudiantes-estudiantes, ayudados por la interactividad propia del uso de las herramientas tecnológicas; lo que conlleva a soluciones e interpretaciones de resultados viables e inmediatos.

El estudio realizado con el uso de las hojas de cálculo de Excel y el software MatLab en la solución de los problemas de la asignatura Métodos Numéricos es un ejemplo fehaciente de cómo actuar en un escenario de aprendizaje donde se precise potenciar el conocimiento para la realización de cálculos complejos en un espacio de tiempo limitado como es el horario de clases. Ello condujo a mejores calificaciones en los estudiantes de los grupos experimentales que recibieron los contenidos aplicando estas herramientas tecnológicas, lo que lleva a un replanteamiento en la impartición de los contenidos para obviar los métodos tradicionales e incorporando métodos interactivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, A.; Martínez, A.; Callejas, M. (2016). Estudio sobre el Cumplimiento de las Asignaturas Ingeniería de Requisitos y Gerencia Informática con Respecto a la Guía Base de Conocimientos en Ingeniería de Software (Swebok). *Formación Universitaria* 9(5), 75-84.

Alsina, A; Domingo, M. (2010). Idoneidad didáctica de un protocolo sociocultural de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 13 (1), 7-32.

Ausubel, D., Novak J. y Hanesian H. (1997). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitiva*. México. Trillas.

Baquero, M. y González, P. (2006). "Historia del Desarrollo y la Evolución de la llamada Matemática Moderna" Universidad de Palermo. Facultad de Ingeniería. Investigación, desarrollo y divulgación. (en línea). Disponible en: www.palermo.edu.ar/.../Historia_del_desarrollo_y_evolucion_de_la_llamada.ppt [Consultado el 17 de enero de 2017]

Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la Instrucción*. México: Hispano Americana.

Chiappe, A. (2016). Tendencias sobre contenidos educativos digitales en América Latina, UNESCO, Sede Regional Buenos Aires. (en línea). Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/siteal-tendencias-contenidos-educativos.pdf> [Consultado el 2 de febrero de 2017]

Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The Ontosemiotic Approach to Research in Mathematics Education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education* 39 (1-2), 127-135.

Goldenberg, P. (2003). Las características de las mejores prácticas para enseñar matemáticas. (en línea). Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Tema19> [Consultado el 2 de febrero de 2017]

Kent, P. y Noss, R. (2002). The mathematical components of engineering expertise: The relationship between doing and understanding mathematics. Conferencia presentada en IEE Second Annual Symposium on Engineering Education: Professional Engineering Scenarios, 2, 1-7.

Macías, C. (2012). Uso de las nuevas tecnologías en la formación matemática de ingenieros. Tesis para obtener el grado de Maestro en Matemática Educativa. (en línea). Disponible en: www.matedu.cicata.ipn.mx/tesis/maestria/macias_2012.pdf [Consultado el 8 de enero de 2017]

OCDE (2003). Informe PISA 2003. Madrid: OCDE Publishing. (en línea). Disponible en: <https://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf> [Consultado el 17 de enero de 2017]

Planas, N. (2002). Enseñar matemáticas dando menos cosas por supuestas. UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas 30, 114-124.

Pizarro, J. (2009). Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al caso de Métodos Numéricos. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de La Plata.

Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13(4-1), 191-210.

Rodríguez, A.; Álvarez, A. y Urquiza, W. (2016). Impacto del uso de las Tecnologías educativas en el proceso de orientación profesional hacia la Licenciatura en Educación Matemática-Física. Didasc@lia: Didáctica y Educación, VII (6), 305-314.

Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016) El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 19 (1): 99-124.

Romo-Vázquez, Avenilde (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. Educación Matemática, 314-338. (en línea). Disponible en: www.redalyc.org/pdf/405/40540854016.pdf [Consultado el 17 de enero de 2017]

Romo-Vázquez, Avenilde y Oktaç, Asuman. (2007). Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 10(1), 117-143. (en línea). Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2262417> [Consultado el 8 de enero de 2017]

Salinas, P., Alanís, J. A. y Pulido, R. (2011). Cálculo de una variable. Reconstrucción para su enseñanza y aprendizaje. DIDAC, 56-57, 62- 69.

UNESCO. (2004). División de Educación Superior". Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente". (en línea). Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf> [Consultado el 17 de enero de 2017]

Urbina, S. (1999). Informática y teorías del aprendizaje. Universitat de les Illes Balears. (en línea). Disponible en: www.tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/gte41.pdf [Consultado el 17 de enero de 2017]