



REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM

<https://revista.amitem.edu.mx>

Publicación periódica de la Asociación Mexicana de Investigadores
del Uso de Tecnología en Educación Matemática

Directorio

Rafael Pantoja R.

Director

Eréndira Núñez P.

Lilia López V.

Lourdes Guerrero M.

Sección: Selección de
artículos de investigación

Elena Nesterova

Alicia López B.

Verónica Vargas Alejo

Sección: Experiencias
Docentes

Esnel Pérez H.

Armando López Zamudio

Sección: Geogebra

ISSN: 2395-955X

Volumen VI Número 1 Fecha: Enero-Junio de 2018

ISSN: 2395-955X

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA TI NSPIRE EN EL MUNDO MATRICIAL DE LA ECONOMÍA

Víctor Hugo Gualajara Estrada, Ricardo Solórzano Gutiérrez
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
(CUCEA), Universidad de Guadalajara, México

victor_gualajara@yahoo.com.mx, ricardo_sg75@hotmail.com

Para citar este artículo:

Gualajara, V. H., Solórzano, R. (2018). Aplicaciones de la tecnología TI NSPIRE en el mundo matricial de la economía. *REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM*. Vol. VI, No. 1. Publicación Periódica de la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática. ISSN: 2395-955X. México.

REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM, Año VI, No. 1, Enero-Junio 2018, Publicación semestral editada por la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C Universidad de Guadalajara, CUCEI, Departamento de Matemáticas, Matemática Educativa. B. M. García Barragán 1421, Edificio V Tercer nivel al fondo, Guadalajara, Jal., S.R. CP 44430, Tel. (33) 13785900 extensión 27759. Correo electrónico: revista@amitem.edu.mx. Dirección electrónica: <https://revista.amitem.edu.mx/>. Editor responsable: Dr. Rafael Pantoja Rangel. Reserva derechos exclusivos No. 042014052618474600203, ISSN: 2395.955X, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C., Antonio de Mendoza No. 1153, Col. Ventura Puente, Morelia Michoacán, C.P. 58020, fecha de última modificación, 10 de julio de 2016. Las opiniones expresadas en los artículos firmados es responsabilidad del autor. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro. No nos hacemos responsables por textos no solicitados.

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA TI NSPIRE EN EL MUNDO MATRICIAL DE LA ECONOMÍA

Víctor Hugo Gualajara Estrada, Ricardo Solórzano Gutiérrez

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), Universidad de
Guadalajara, México

victor_gualajara@yahoo.com.mx, ricardo_sg75@hotmail.com

Palabras Claves: Matrices, Aplicaciones económicas, TI NSPIRE CX CAS.

Resumen

Este trabajo tiene la finalidad de mostrar la bondad del uso de la Tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través del manejo de matrices, tema fundamental en la materia de Matemáticas III que se imparte actualmente en la Licenciatura de Economía, así como en la materia de Matemáticas I de la Maestría de Economía, ambas pertenecientes al Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Ya que a través de la calculadora graficadora TI Nspire CX CAS, se han implementado un conjunto de actividades orientadas a profundizar en la relación que existe, entre las diversas variables que intervienen en las matrices de Insumo-Producto de Economía abierta, así como en las que intervienen en las llamadas cadenas de Markov, lo cual permite realizar inferencias en aspectos de la toma de decisiones y estimula la reflexión propia del alumno.

Introducción

Desde el momento en que la Tecnología se pone al servicio del proceso de enseñanza, ésta se vuelve una facilitadora en el proceso de aprendizaje (Pomerantz, 1997). Sin embargo, existe el inconveniente de que no todos los profesores atienden esta inquietud de facilitar el proceso con el uso de tecnología y mucho menos en los primeros cursos de matemáticas, contemplados en la red curricular de las diversas carreras, que actualmente existen en el Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Por lo que, esta propuesta, aborda el manejo de los recursos tecnológicos en uno de los temas que actualmente se imparten en la materia de Matemáticas III para la carrera de Economía, como es el tema de matrices, ya que son una herramienta poderosa del Álgebra Lineal, en el que a través de ellas se construyen una serie de técnicas y procedimientos que permiten la organización de datos y que sirven en muchos contextos significativos del conocimiento del área Económica-Administrativa.

En particular, se propone el Uso de Tecnología TI NSpire en la Enseñanza de la Teoría de Matrices, por ejemplo (S.A., 2011,08) permitiendo desarrollar conceptos formales en el que, en algunos casos involucran sistemas de ecuaciones lineales, donde el número de variables y de ecuaciones es bastante considerable y por lo cual, se requiere de obtener datos importantes a través de estos sistemas. Además, el aplicar la Teoría de matrices permite trabajar con modelos de transporte, procesos de fabricación, comunicaciones o gestión de empresas. Con esto en mente, se ha encontrado que la Tecnología TI Nspire ofrece la bondad de ir construyendo los conceptos paso a paso, de forma que los conjuntos de datos se transformen en vectores y matrices, para realizar los diversos algoritmos necesarios para la solución de los modelos, dejando de lado el esquema mecánico de solución del algoritmo de forma que, el alumno se

concentre en los conceptos y en las propiedades. Es importante resaltar que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje se deben producir cambios conceptuales que permitan la integración de nuevos conocimientos, con los previamente adquiridos. Varias investigaciones dan muestra que la motivación es uno de los factores más importantes para que el proceso implique una aprendizaje duradero y transferible a nuevas situaciones.

La Teoría de Dubinsky y Mc Donald 2003 citada en Gaítan (2010) considera “comprender un concepto matemático comienza con la manipulación de objetos físicos o mentales previamente construidos para formar acciones, las acciones son luego interiorizadas para formar procesos que son después encapsulados para formar objetos. Los objetos pueden ser desencapsulados de nuevo a los procesos a partir de los cuales fueron formados. Finalmente, las acciones, procesos y objetos pueden ser organizados en esquemas”

Por lo anterior, este trabajo se hace una descripción de los trabajos realizados con alumnos pertenecientes a la materia de Matemáticas III (contenido de (Grossman,1995) y (Pineda,1998)), los cuales fueron evaluados en su aprendizaje con el uso del recurso tecnológico, comparando los resultados obtenidos con un grupo piloto en el que la exposición de clase se realiza de la forma tradicional. Además, se incorporará algunos avances que se han tenido en los trabajos de enseñanza-aprendizaje, por parte de alumnos de la Maestría en Economía (contenido de Sydsaeter, 2012) los cuales forman un grupo interdisciplinar heterogéneo en cuanto a la formación educativa de cada uno de ellos y que por lo tanto se experimenta con el recurso tecnológico, el grado de aprendizaje significativo que ha sido adquirido por cada uno de ellos.

Objetivo

Establecer un conjunto de dinámicas con el uso de la calculadora graficadora que permitan incrementar el nivel de aprovechamiento de los alumnos a través de un aprendizaje significativo de conceptos del álgebra lineal, en específico, en el tema de matrices, como una forma de profundizar y reflexionar en la solución de problemas del área económica.

Marco teórico

Uno de los problemas que más se suelen presentar en la enseñanza de las matemáticas, cuando el profesor se anima a explotar algún recurso tecnológico, en este caso, el uso de calculadora graficadora, es el hecho que la gran mayoría de los alumnos que se tienen, se caracterizan por el pobre manejo que se tiene en el uso de la misma, por lo que no se ha logrado explotar ni como herramienta facilitadora de solución, ni como una forma de reorganización del pensamiento cognitivo. De la Rosa (2000, p.13) señala que, el papel de las calculadoras y de cualquier otra nueva tecnología, va más allá de ser una simple herramienta que ayude a realizar actividades en el afán de tener ahorro en los tiempos de solución, sino que se debe modificar el pensamiento de quien las usa. Algunos autores las han llamado instrumentos de mediación, medios donde se puede efectuar el pensamiento y desarrollar aprendizaje de conceptos matemáticos. Cedillo señala (1995, p.2), que se pueden distinguir dos niveles en la incorporación de la calculadora en el aula: (i) adaptación de los recursos de la calculadora a las formas de enseñanza usuales; y (ii) concepción de nuevas formas de enseñanza a la luz de los recursos que ofrece la calculadora.

En el marco de los sistemas semióticos de representación,(Hitt, 2003) analiza la construcción de conceptos desde una teoría de las representaciones por parte de los estudiantes, particularmente sobre la problemática del uso de la calculadora gráfica para la construcción de conceptos en el

aula de matemáticas. Comenta que es necesario hacer un uso reflexivo de la tecnología y además en el desarrollo de habilidades matemáticas, el empleo de diferentes representaciones constituye una herramienta fundamental para la resolución de problemas.

Sin embargo, mucho se ha escrito y hablado a propósito del papel que debe jugar la calculadora y de su influencia en el desarrollo del pensamiento matemático. El Informe Cockcroft (1985) afirma que “la investigación ha demostrado que, los alumnos habituados a usar la calculadora mejoran su actitud hacia la matemática, las destrezas de cálculo, la comprensión de los conceptos y la resolución de problemas”.

Así pues, la propuesta consiste, en una secuencia de actividades didácticas para la enseñanza de las matrices, contemplando el estudio del objeto matemático a partir de la creación de conceptos, los cuales se originan de problemas relacionados con aspectos que comúnmente se utilizan en el área de económica matemática.

Metodología

En el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), de la Universidad de Guadalajara, a partir del 2009, mediante un convenio firmado con la Empresa Texas Instruments, se tomó como línea de trabajo “La Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología”. La primera etapa fue la implementación del Diplomado en Tecnología Educativa para capacitar al personal en el uso de la Tecnología. La segunda, se dio la puesta en marcha de algunos grupos piloto, donde se implementaron algunas actividades con la calculadora. La tercera etapa, se instituyó prácticas de Laboratorio que todos los grupos que cursan Matemáticas I o Matemáticas II deben realizar.

En la cuarta etapa, que es la que se presenta en este trabajo, se inició con la selección de algunos grupos de Matemáticas III, la cual se imparte a la Licenciatura en Economía y cuyos contenidos, son: Unidad I: Introducción al Álgebra Lineal; Unidad II: Cálculo Diferencial en n Variables y Unidad III: Optimización de Funciones de n Variables.

El trabajo realizado consistió en seleccionar un solo grupo de dicha asignatura, y trabajar con algunos de los contenidos de la Unidad I, es decir, el tema de matrices en la parte de las aplicaciones, seleccionando algunos problemas característicos y que fueron resueltos con el uso de la Tecnología, es decir, la calculadora graficadora TI Nspire CX CAS, tal y como se muestra en el siguiente apartado:

Problema 1:

Matrices insumo-producto: Economía Abierta

La economía de una nación en vías de desarrollo se basa en productos agrícolas, acero y carbón. Una producción de 1 tonelada de productos agrícolas requiere un consumo de 0.1 toneladas de productos agrícolas, 0.02 toneladas de acero y 0.05 toneladas de carbón. Una producción de 1 tonelada de acero requiere un consumo de 0.01 toneladas de productos agrícolas, 0.13 toneladas de acero y 0.18 toneladas de carbón. La producción de una tonelada de carbón requiere 0.01 toneladas de productos agrícolas, 0.20 toneladas de acero y 0.05 toneladas de carbón. Escriba la matriz tecnológica para la Economía. Encuentre las producciones brutas necesarias para obtener un Superávit de 2350 toneladas de productos agrícolas, 4552 toneladas de acero y 911 toneladas de carbón.

$$A = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.01 & 0.01 \\ 0.02 & 0.13 & 0.20 \\ 0.05 & 0.18 & 0.05 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} 2350 \\ 4552 \\ 911 \end{bmatrix}$$

Resolución con tecnología:

Si tenemos una matriz tecnológica A y la matriz de superávit D, podemos resolver la ecuación tecnológica para un modelo abierto de Leontief con una calculadora TI-NSpire, definiendo las matrices A y D, y resolviendo el Sistema $(I - A)X = D$, mediante el comando de Gauus-Jordan (rref()) de la calculadora TI-Nspire. (figura 1)

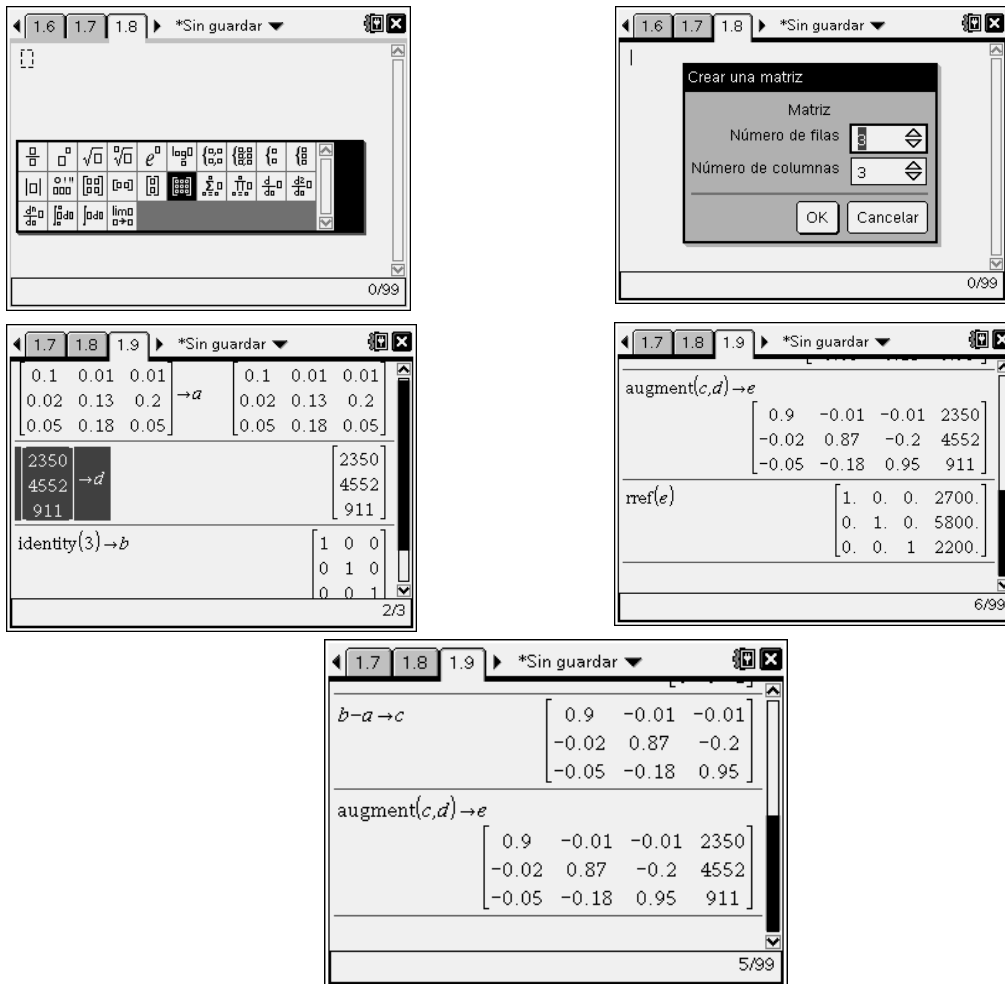


Figura 1. Pantallas de la TI NSPIRE

Problema 2:

Análisis de mercado: Comportamiento del Consumidor

Suponga que estamos interesados en analizar la participación en el mercado y lealtad del cliente para Murphy’sFoodliner y Ashley’sSupermarket, los dos únicos supermercados en un pequeño poblado. Nos enfocamos en la secuencia de los viajes de compras de un cliente, y suponemos que hace un viaje de compras cada semana, ya sea a Murphy’sFoodliner o a Ashley’sSupermarket, pero no a ambos. Supongamos, que como parte de un estudio de mercado, recopilamos los siguientes datos: encontramos que todos los clientes que compraron en Murphy’sFoodliner en una semana dada, 90% compró en Murphy’s la siguiente semana, mientras 10% cambió a Ashley’s. Suponga que datos similares para los clientes que compraron en Ashley’s en una semana dada muestran que 80% compró en Ashley’s la siguiente semana, mientras 20% cambio a Murphy’s. Las probabilidades se muestran a continuación en una matriz:

Estas probabilidades se llaman probabilidades de transición.

Determine la probabilidad de que el cliente compre en la misma tienda o compre en la competencia durante un periodo de estudio de diez semanas.

Resolución con Tecnología:

Se resolverá el problema usando el algoritmo de Markov y apoyándonos en la calculadora TI-Nspire para un analizar rápidamente los datos. (figura 2)

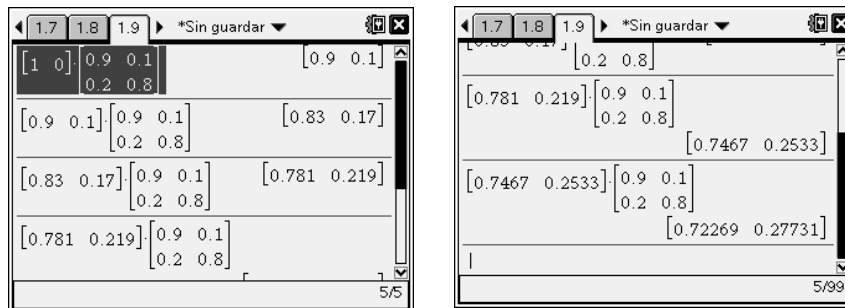


Figura 2. El algoritmo de Markov

Se resolverá el problema de manera alternativa usando el propiedades de los procesos de Markov y apoyándonos en la calculadora TI-Nspire para un analizar rápidamente los datos. (Figura 3)

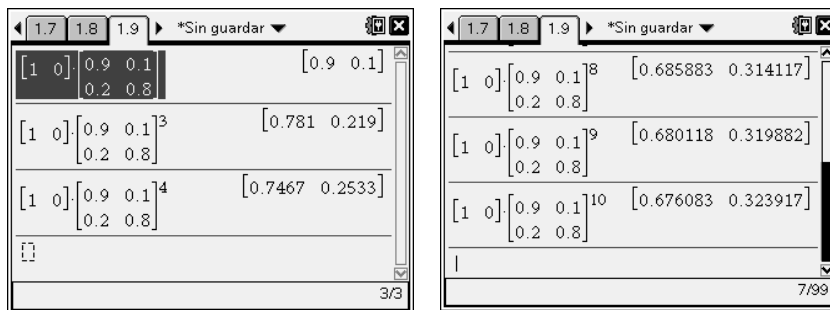


Figura 3. Los procesos de Markov.

Aunado al trabajo que se realizaba en el grupo de Matemáticas III, se realizó simultáneamente los trabajos con un grupo de la Maestría en Economía en la cual se imparte la materia de Matemáticas I, en la cual se tiene el programa: Unidad I: Álgebra Lineal, Unidad II: Cálculo en

varias variables, Unidad III: Optimización en varias variables, Unidad IV: Ecuaciones Diferenciales y Unidad V: Ecuaciones en Diferencias.

En este contexto, el trabajo en este grupo fue el trabajar con la manipulación de sistemas de ecuaciones lineales con un número significativo de variables y ecuaciones, cuya solución requería el uso de algún recurso tecnológico y enfocarse fundamentalmente, en la interpretación económica de la solución, por lo que a continuación se presentan algunos ejemplos utilizados, así como su solución con el uso de la calculadora graficadora TI Nspire CX CAS.

Problema 1:

Resolver el siguiente modelo de sistemas de n variables con n incógnitas:

$$\begin{aligned}
 -6x_1 - x_3 &= 50 \\
 -3x_1 + 3x_2 &= 0 \\
 -x_2 + 9x_3 &= 160 \\
 -x_2 - 8x_3 + 11x_4 - 2x_5 &= 0 \\
 -3x_1 - x_2 + 4x_5 &= 0
 \end{aligned}$$

Resolución con Tecnología:

Método 1: Mediante Forma escalonada reducida por filas (figura 4.)



Figura 4. Forma escalonada.

Determinando solución exacta o solución aproximada (Figura 5.)



Figura 5. Solución aproximada.

Problema 2:

Propiedades de Operadores matriciales:

En algún momento de la primera unidad se trabaja con las propiedades de la transposición, la matriz inversa y el determinante de matrices, por lo que es conveniente hacer uso de la tecnología combinado al proceso tradicional de lápiz y papel, logrando con ello que los alumnos vayan deduciendo las propiedades que a continuación se detallan:

Reglas para la Transposición y para la Matriz Inversa

$$\begin{aligned} (A^T)^T &= A & (A^{-1})^{-1} &= A \\ (A+B)^T &= A^T + B^T & (AB)^{-1} &= B^{-1}A^{-1} \\ (\alpha A)^T &= \alpha A^T & (A^{-1})^T &= (A^T)^{-1} \\ (AB)^T &= B^T A^T & (cA)^{-1} &= c^{-1}A^{-1} \end{aligned}$$

Propiedad del Determinante

$$\det(A) = \det(A^T)$$

Resolución con Tecnología:

Reglas de la Transposición se muestran en la figura 6.



Figura 6. Reglas de la Transposición

Propiedades de la Inversa y el determinante, se muestran en la figura 7

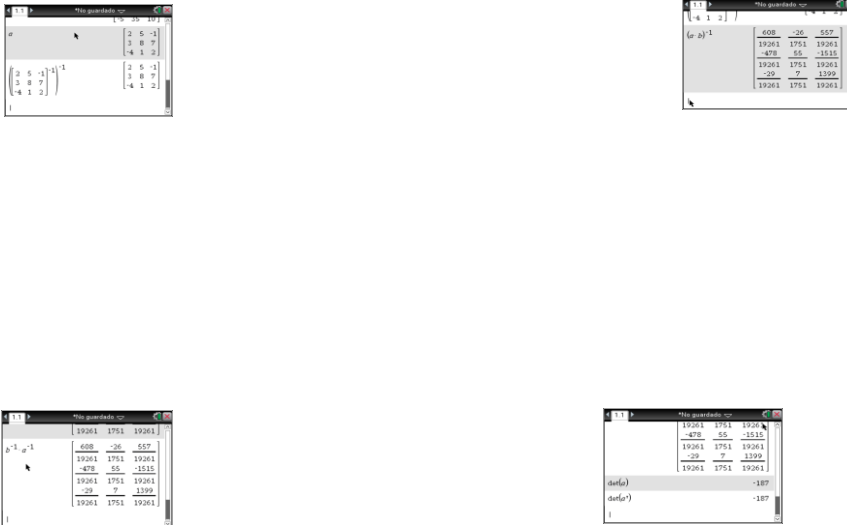


Figura 7. Propiedades de la Inversa y el determinante.

Resultados

Para investigar el beneficio de haber utilizado la tecnología en el aula, se seleccionó un grupo de Matemáticas III impartido por el profesor Ricardo Solórzano Gutiérrez, mientras que en la materia de Matemáticas I, se seleccionó el grupo que se imparte en el Posgrado, cuyo titular es el profesor Víctor Hugo Gualajara Estrada.

Cada grupo, tenía sus propias características, el grupo de maestría empezó los trabajos con 18 alumnos, mientras que en el grupo de Licenciatura se trabajó con 40 alumnos, por lo cual en este último, se crearon dos grupos de 20 alumnos para un mejor control.

La dinámica fue la de trabajar con dos modelos de enseñanza, por una parte con una enseñanza tradicional y con la otra, apoyarse con recursos tecnológicos, para comprender el tema:

Grupo A: Matemáticas III; Lic. en Economía, impartida por el profesor Ricardo Solórzano Gutiérrez.

El profesor Solórzano seleccionó uno de los grupos de 20 alumnos e impartió su clase atendiendo la teoría general de cada uno de los temas comprendidos en el programa, así como los algoritmos de solución tradicionales. Los problemas se resolvían en clase, y las dudas se resolvían en el momento para que, a través de tareas, el tema fuera asimilado por completo.

Sin embargo, con el otro grupo de 20 alumnos, se trabajó específicamente con el uso de tecnología, es decir, la herramienta de la calculadora graficadora, permitía visualizar en el momento, los desarrollos parciales así como resultados finales, lo cual permitía profundizar en

problemas prácticos y revisar los resultados para obtener conclusiones, permitiendo tener un ahorro de hasta un 25% de tiempo en horas clase, las cuales se aprovechaban para atender diversos casos prácticos.

Al realizar el examen de dicha unidad, los resultados permitieron observar una diferencia de 12 puntos en cuanto al promedio de ambos grupos, en donde el grupo con tecnología obtuvo una calificación de 64 pts., mientras que el grupo de enseñanza tradicional mostró un promedio de 52 pts.

Lo interesante es que el examen estaba orientado a la resolución de problemas prácticos, en los que el alumno tenía la necesidad de realizar modelos lineales para su solución e interpretación.

Se pudo observar que la ventaja de poder almacenar las matrices en la calculadora, brinda la oportunidad de abarcar una mayor cantidad de problemas.

Sin embargo, lo trascendental que se observó fue que, al realizar una encuesta en ambos grupos sobre diversos aspectos del curso, en el grupo donde se realizaron actividades con tecnología en el aula, el 80% afirmó su interés en la clase por continuar con esta metodología, mientras que en el grupo de enseñanza tradicional, las dinámicas empleadas tuvo una buena respuesta con un 65% de interés, sin embargo, al preguntárseles su opinión si desearían ampliar sus conocimientos con el uso de la tecnología en el aula, el 90% estuvo de acuerdo en que este tipo de recursos se implementará con el grupo.

Grupo B: Matemáticas I, de la Maestría en Economía, impartida por el profesor Víctor Hugo Gualajara Estrada.

El grupo piloto que se tomó en cuenta en el posgrado fue el grupo de Matemáticas I de la Maestría en Economía en CUCEA, del cual una parte constituida por 9 alumnos entre los cuales se incluía un Licenciado en Matemáticas, fue la que se trabajó con tecnología.

Se apoyaron los contenidos con la implementación de actividades con la Calculadora TI Nspire CAS CS para los temas de la Unidad I, que corresponde los temas de Álgebra Lineal y cuyos temas son: (1) Matrices, (2) Operaciones básicas con Matrices, (3) Traspuesta, (4) Determinantes, (5) Inversa de una matriz, (6) Regla de Cramer, (7) Independencia lineal, (8) Rango de una matriz, (9) Sistemas de ecuaciones, (10) Valores propios, (11) Diagonalización y (12) Teorema espectral.

Se observó que la ventaja de poder almacenar las matrices en el equipo brinda la oportunidad de abarcar una mayor cantidad de problemas y retroalimentar al grupo sobre operaciones básicas de Matrices, para profundizar en la interpretación del arreglo final.

Esto último se pudo aplicar principalmente en los temas 1, 4, 5, 7, 8, 9 mencionados anteriormente. Además, en procedimientos muy extensos y que involucran varios conceptos, el equipo tuvo un papel importante en concentrarse en los Teoremas o Propiedades.

Cuando se tocaron los temas de propiedades o regla de los operadores matriciales, fue importante no manejarlas como fórmulas a cumplir, sino jugar con ejemplos de matrices y deducir sus propias propiedades.

De los 9 alumnos del curso, solo uno reprobó y se presentó un 100 de calificación con el alumno matemático. Algunos conceptos difíciles de percibir, fueron solventados con el uso del equipo, ya

que las bondades de trabajar con más ejercicios en clase, se comprendieron de manera más accesible a través de este recurso.

Se observó que el manejo del equipo deja al estudiante en condiciones de portabilidad al uso de cualquier otro procesador científico y más a nivel posgrado, tales como Matlab, Scientific Workplace, etc.

Con la calculadora el alumno pudo adentrarse por sí mismo (preferentemente de forma guiada por su profesor) en el mundo de las matrices, lo que permitió conjeturar, experimentar, y extraer conclusiones para tomar decisiones en el ámbito de la economía donde estas se aplican. (Matriz insumo-Producto, Análisis de Mercado).

Conclusiones

Las calculadoras gráficas tienen la capacidad de realizar varias operaciones complejas entre matrices. Muchas aplicaciones empresariales e industriales requieren repetidas manipulaciones u operaciones con tablas muy extensas.

En este documento se intenta exponer algunas estrategias didácticas, que han sido implementadas, las cuales consisten en el uso de herramientas tecnológicas para una mejor comprensión y visualización de un tema, en donde el uso de la calculadora gráfica como herramienta de apoyo en el tema de manipulaciones matriciales, puede ofrecer al estudiante, ambientes de trabajo que estimulan la reflexión y lo convierten en un activo responsable de un propio aprendizaje.

Por otro lado, se logra promover un espacio común al maestro y al estudiante para construir significados a partir de la resolución de diversos problemas. Además se consigue eliminar la carga de los algoritmos rutinarios, para concentrarse en la conceptualización y la resolución de problemas.

Y por último, pero no menos importante, podemos decir que se reduce el miedo del estudiante a expresar algo erróneo y, por lo tanto, se aventura más a explorar sus ideas. Cabe destacar que, la utilización de esta herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, implica un mayor esfuerzo por parte de los profesores dado que se requiere:

- Elaborar secuencias didácticas apropiadas para algunos temas.
- Cambiar la forma de evaluar.
- Aprender a utilizar la tecnología educativa
- Detectar resultados erróneos a los que puede llegar la tecnología.

Independientemente de la concepción personal que se tenga de la enseñanza de las matemáticas, la incorporación adecuada de la tecnología como recurso de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favorece tanto al aspecto formativo, ayudando a desarrollar la capacidad de razonamiento del estudiante, como al aspecto de modelación.

Referencias

Cedillo, T. (1995). Aprendizaje del álgebra a través de su uso: Una alternativa factible mediante calculadoras gráficas. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

- De la Rosa, A. (2000). La calculadora y los sistemas semióticos de representación. Hacia un aprendizaje de los conceptos matemáticos. México: Revista Electrónica de las Matemáticas. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Gaítan, M., Gandulfo, M., Vaira, S. y Braun, D. (2010). Aportes para aplicar contenidos de Álgebra Lineal en Ingeniería Electrónica con la Mediación de Tecnología. *III REPEM Memorias*. CB 01, 356-354
- Grossman, S. (1995), *Algebra Lineal*. (5ta Ed.), México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hitt, F. (2003). Una Reflexión Sobre la Construcción de Conceptos Matemáticos en Ambientes con Tecnología, Boletín de la Asociación Matemática Venezolana 10, 213224.
- Pineda, O., (1998). *Algebra Lineal: un enfoque Económico Administrativo*. (1ra Ed.). México; D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Pomerantz, H. (1997). *The Role of Calculators in Mathematics Education*. Urban Systematic Initiative/Comprehensive Partnership for Mathematics and science Archievement, 1-21
- S. A. (2011). *Álgebra 2 Matrices*. Matrices Classrom Activities. Texas Intruments. Disponible en: <https://education.ti.com/en/timathnspired/us/algebra-2/matrices> (Marzo, 2016)
- Sydsaeter, K., Hammond, P., Carvajal, A. (2012). *Matemáticas para Análisis Económico*. Segunda Ed., Madrid, España: Pearson.
- T^3 España (S. F.). Matrices con la Calculadora Grafica TI 83. Instituto Nacional de tecnologías Educativas y Formación del Docente. Disponible en: <http://ficus.pntic.mec.es/~jmos0028/Archivos/a03matr83.pdf> (Marzo, 2016)