



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Otto Benjamín Santos Vasquez¹, Gonzalo Alfredo Espinoza Santos²

Lucy Katherine Borja Mora³

1 Universidad de Guayaquil, otto.santosv@ug.edu.ec

2 Universidad de Guayaquil, med_gaes@hotmail.com

3 Universidad de Guayaquil, lucy.borjam@ug.edu.ec

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo explorar las posibilidades de empleo del Matlab en la solución de un problema simple de los que se cubren en un curso básico de Álgebra Lineal. El análisis se basó en el desarrollo de un libro en Matlab que permite desarrollar ecuaciones lineales. Para ello emplea el Matlab 2016 versión A. Una revisión bibliográfica previa en ScienceDirect permitió ubicar los artículos claves de acuerdo con el objetivo de la investigación.

Se creó un libro de Matlab para proporcionar soluciones a un sistema de ecuaciones lineales. El libro puede emplearse como una demostración para los estudiantes y con retroalimentación continua lograr la participación activa de los mismos. Las soluciones proporcionadas por los paquetes incorporados en Matlab y Maple no proporcionan los componentes didácticos en términos de explicaciones, errores de mínimos cuadrados y pruebas de la solución. El libro proporciona una manera eficaz de realizar una solución independientemente de si el sistema es consistente o inconsistente con soluciones únicas o generales, invocando automáticamente el enfoque de mínimos cuadrados cuando sea necesario. Por lo tanto, el libro de Matlab es una manera simple, innovadora y novedosa para mejorar la comprensión de todos los aspectos de la solución de un conjunto de ecuaciones lineales a través de una muestra de todos los conceptos relevantes y las relaciones. El aprendizaje asistido por computadora logrado a través del libro de Matlab debería hacer relativamente fácil para los instructores y estudiantes poder ejercitar el desarrollo de algoritmos.

Palabras claves: Matlab, pensamiento algorítmico, libro Matlab



Possibilities of using Matlab for the development of algorithmic thinking in solving mathematical problems

ABSTRACT

The article aimed to explore the possibilities of using Matlab in solving a simple problem of those covered in a basic course of Linear Algebra. The analysis was based on the development of a book in Matlab that allows to develop linear equations. For this purpose Matlab 2016 version A was used. A previous bibliographic review in ScienceDirect allowed to locate the key articles according to the objective of the investigation.

A Matlab book was created to provide solutions to a system of linear equations. The book can be used as a demonstration for the students and with continuous feedback to obtain the active participation of the same ones. The solutions provided by the built-in packages in Matlab do not provide the didactic components in terms of explanations, least squares errors and solution testing. The book provides an effective way to work out a solution regardless of whether the system is consistent or inconsistent with single or general solutions, automatically invoking the least squares approach when necessary. Therefore, Matlab's book is a simple, innovative and novel way to improve understanding of all aspects of solving a set of linear equations across a sample of all relevant concepts and relationships. Computer-assisted learning achieved through the Matlab book should make it relatively easy for instructors and students to be able to exercise algorithm development.

Keywords: Matlab, algorithmic thinking, Matlab book



1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las matemáticas tropieza con varias dificultades y se afirma por algunos autores que más que un problema de enseñanza nos encontramos ante un problema de aprendizaje (Jaramillo, 2014). Diversos autores han planteado que la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación pueden aportar de forma significativa a la solución de esta problemática (Castillo, 2008) y la aplicación de esta ha sido considerada desde la Educación Inicial (Pichardo & Puente, 2012) hasta la Enseñanza Profesional (Huatuco & Velásquez, 2014). En el caso de la enseñanza de las Matemáticas a nivel universitario los métodos empleados han sido heterogéneos (Abdulwahed, Jaworski, & Crawford, 2012) y se ha propuesto la utilización de determinados softwares como: Geogebra (Botana Ferreiro et al., 2015) o Matlab (Cretchley, Harman, Ellerton, & Fogarty, 2000).

Como bien señaló (Ochkov & Bogomolova, 2015) la utilización de: “programas informáticos matemáticos permiten utilizar un nuevo enfoque de la enseñanza de las matemáticas en las escuelas y universidades, teniendo en cuenta la atracción de alumnos y estudiantes por las computadoras.” (p. 283). El aspecto esencial además del atractivo de los estudiantes por la tecnología, o las posibilidades de visualización y realización de gráficos que estos presentan radica en que ellos pueden variar la forma tradicional en que se presenta la solución de los problemas matemáticos que se de estos programas este

La introducción de software especializado facilita la capacidad de resolución de problemas desde la perspectiva de poder encontrar soluciones algorítmicas a un problema dado. Como señaló (Fangohr, 2004):

(I)...encontrar una solución algorítmica y (ii) implementar esto en un lenguaje de programación. Se argumenta que es más importante para la comprensión de los estudiantes a realizar el primer paso, mientras que la aplicación real en un lenguaje de programación es de importancia secundaria para el aprendizaje de técnicas de resolución de problemas. (p. 1).

Es decir el poder encontrar la solución algorítmica se postula como el paso esencial y se puede agregar que ello transforma la enseñanza de las matemáticas de simbólica a numérica y desarrolla la capacidad de resolución de problemas en Matemáticas desde un nuevo punto de vista. Es decir se puede lograr la conversión de un problema descrito



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304423

vagamente e informalmente en lenguaje natural en una secuencia de instrucciones que un ordenador puede resolver. La utilización para ello de un paquete específico como el Matlab puede resultar atractiva y de acuerdo con ellos este artículo se propuso explorar las posibilidades de empleo del Matlab en la solución de un problema simple de los que se cubren en un curso básico de Álgebra Lineal

1. METODOS

El análisis se basa en el desarrollo de un libro en Matlab que permite desarrollar ecuaciones lineales. Para ello emplea el Matlab 2016 versión A (Rezvani & Gandomkar, 2016). Como parte del trabajo se realizó una investigación bibliográfica previa empleando ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>). Ello permitió determinar un total de 747 referencias relacionadas con el empleo del Matlab en diferentes situaciones y que permitió ubicar los artículos claves de acuerdo con el objetivo de la investigación.

2. RESULTADOS

La solución a un conjunto de ecuaciones lineales es uno de los temas básicos cubiertos en los cursos de graduación en álgebra lineal (Almeida, Antontsev, & Duque, 2017). También es un tema de interés práctico cuando se trata de múltiples conjuntos de medidas y posterior análisis de los datos recogidos (Mandel & Reichel, 2017). El método de encontrar soluciones se basa en varios conceptos tales como la forma escalonada de fila reducida (rref), pivotes, rango, variables básicas y libres, sistemas consistentes e inconsistentes, así como soluciones únicas, generales y particulares. La panoplia de terminología y conceptos vistos por los estudiantes en las primeras pocas conferencias es muy diversa y la comprensión de éstos se puede mejorar a través de la demostración de soluciones a problemas con anotaciones detalladas. En este contexto, el aprendizaje asistido por ordenador puede desempeñar un papel significativo (Caliari, Kandolf, Ostermann, & Rainer, 2016; Chu, Sun, & Wang, 2016; Yang, Li, & Gao, 2017). De hecho, los paquetes de software tales como Matlab ([www. Mathworks.com](http://www.mathworks.com)) y Maple (www.maplesoft.com) proporcionan amplias herramientas para resolver estos problemas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las soluciones son algo robótica sin explicación y por lo tanto, no son muy diferentes de las claves de la solución a los problemas de ejercicio visto en los libros de texto. Incluso cuando se usa Matlab o Maple, también podría ser necesario tener alguna información a priori sobre la naturaleza del conjunto de ecuaciones para que los comandos apropiados puedan ser



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304424

invocados (Yang et al., 2017). Si bien tener acceso a las soluciones ofrece alguna ayuda, es pedagógicamente insuficiente ya que estas soluciones no hacen ninguna conexión directa con los conceptos cubiertos en las conferencias. En un entorno pedagógico ideal, las soluciones deben ser autoexplicativas, proporcionando toda la asociación con los conceptos relevantes. La motivación para este trabajo surgió de las responsabilidades de enseñanza del autor (Li & Huang, 2017). Al enseñar un curso de álgebra lineal, el autor utilizó para proporcionar simples scripts de demostración de Matlab (como archivos .p) a los estudiantes para que los utilizaran (resolver problemas) y buscar su entrada de modo que los resultados reflejaban lo que esperaban ver en un conjunto de soluciones (Yang et al., 2017). El script de Matlab fue revisado continuamente para incorporar sugerencias de los estudiantes. Mientras que la solución a un sistema de ecuaciones fue cubierta al principio del curso, el método de mínimos cuadrados fue cubierto mucho más tarde (Ge, Cao, Ding, Liu, & Ding, 2016; Goncalves, Hobbi, & Golnabi, 2016). Una vez cubiertos todos los temas relevantes, el guion original sobre las soluciones se expandió y modificó sustancialmente para incorporar solución de mínimos cuadrados a sistemas inconsistentes para completar la narrativa de las soluciones al sistema de ecuaciones (Swain, Ray, & Mohanty, 2016). El objetivo final fue crear un libro Matlab que ofrezca soluciones a un conjunto de ecuaciones y las muestre de una manera similar al trabajo del instructor en clase (Majka, Gadda, Taibi, Gałazka, & Zieliński, 2017). Después de esta introducción, se proporciona un breve resumen de los conceptos y definiciones relevantes para un sistema de ecuaciones. A continuación, se presenta la metodología utilizada en la creación del libro y los resultados. Los resultados también se comparan con los obtenidos utilizando paquetes estándar de Matlab (versión 2016a) y Maple (versión 16). La importancia del enfoque basado en Matlab desarrollado en este trabajo se discute en la sección final (Shynk, 2016).

Pasos en la creación del libro Matlab

Los pasos lógicos involucrados en la creación del libro Matlab se indican en la Figura 1, con las entradas A y b. Comprobando el rango de A y rango de [Ab], se toma la decisión de pasar a un enfoque de solución de mínimos cuadrados. Si el sistema es consistente o se hace consistente siguiendo el método de los mínimos cuadrados (si ese paso se llevó a cabo), se identifican las columnas de pivote y las variables básicas. Si el número de columnas de pivote [indicado por L y M en la Fig. 1] es igual a n, el número de columnas de A, sólo existen soluciones únicas. Si L o M es menor que n, existen



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304425

variables libres. Las variables básicas corresponden a los elementos de P (o Q), los elementos ausentes en el vector P (o Q) representan las variables libres. Si existen variables libres, el conjunto de soluciones generales se crea utilizando el espacio nulo. Los comandos de Matlab utilizados son tamaño (.), Longitud (.), Rref (.), Rango (.) Y null (.). Además de los pasos mostrados en la Figura 1, las soluciones se verifican cuando el sistema dado es consistente. Para un sistema inconsistente, se proporcionan el vector de error y el error de mínimos cuadrados cuando la solución es única.

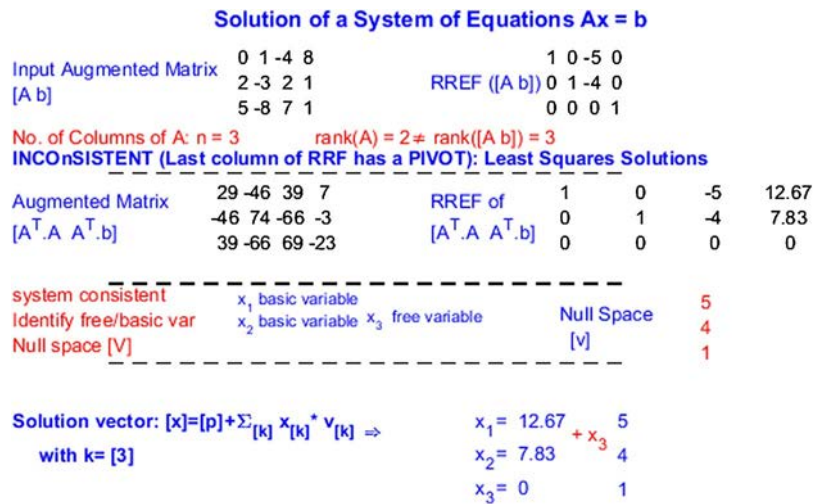


Figura 1. Creación del libro Matlab.

El primer ejemplo (# 1) estudiado consistió en el siguiente sistema:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -4 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 6 \end{bmatrix} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Los resultados generados por el libro de Matlab se muestran en la Figura 2. Se ve que el rango de A y el rango de [Ab] son iguales y no hay pivote en la última columna que lleva al sistema que se clasifica como consistente. Indica además que el rango es menor que el número de columnas y, por tanto, existen variables libres. Las variables libres y básicas se identifican y se muestra el espacio nulo. La solución aparece en forma vectorial con las dos variables libres claramente etiquetadas. También se muestra la validez del conjunto de soluciones.



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304426

Solution of a System of Equations

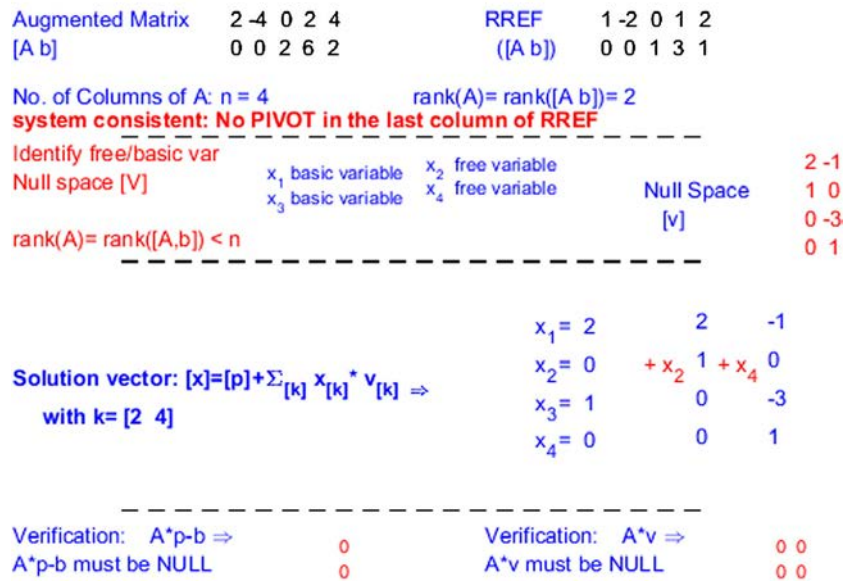


Figura 2. Resultados del ejemplo

3. CONCLUSIONES

Un libro de Matlab ha sido creado para proporcionar soluciones a un sistema de ecuaciones lineales. El libro puede emplearse como una demostración para los estudiantes y con retroalimentación continua y participación activa de los mismos. La visualización de una sola página permitió seguir una trayectoria pedagógica listando todos los pasos necesarios para obtener el conjunto de soluciones en términos de rango, variables libres y básicas, espacio nulo, etc. En lugar de la solución establecida como números, el conjunto de soluciones aparece en forma vectorial. Mientras que Matlab y Maple proporcionan soluciones, ninguno de ellos proporciona las soluciones que se ajustan a los trabajos de los profesores en clase. Las soluciones que utilizan comandos de Matlab plantean un conjunto diferente de problemas cuando las variables libres están presentes.

Además, las soluciones proporcionadas por los paquetes incorporados en Matlab y Maple no proporcionan los componentes didácticos en términos de explicaciones, errores de mínimos cuadrados y pruebas de la solución. El libro proporciona una manera perfecta de realizar una solución independientemente de si el sistema es consistente o inconsistente con soluciones únicas o generales, invocando automáticamente el enfoque de mínimos cuadrados cuando sea necesario. Por lo tanto, el libro ofrece una manera simple, innovadora y novedosa para mejorar la comprensión de todos los aspectos de la



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304427

solución de un conjunto de ecuaciones lineales a través de una muestra de todos los conceptos relevantes y las relaciones.

El aprendizaje asistido por computadora logrado a través del libro de Matlab debería hacer relativamente fácil para los instructores y estudiantes poder ejercitar el desarrollo de algoritmo.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulwahed, M., Jaworski, B., & Crawford, A. (2012). Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique.
- Almeida, R. M. P., Antontsev, S. N., & Duque, J. C. M. (2017). Discrete solutions for the porous medium equation with absorption and variable exponents. *Mathematics and Computers in Simulation*, 137, 109-129.
doi:10.1016/j.matcom.2016.12.008
- Botana Ferreiro, F. R., Hohenwarter, M., Janičić, P., Kovács, Z., Ivan, P., Recio Muñiz, T., & Weitzhofer, S. (2015). Automated theorem proving in GeoGebra: Current achievements.
- Caliari, M., Kandolf, P., Ostermann, A., & Rainer, S. (2016). The Leja method revisited: Backward error analysis for the matrix exponential. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 38(3), A1639-A1661. doi:10.1137/15M1027620
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 171-194.
- Cretchley, P., Harman, C., Ellerton, N., & Fogarty, G. (2000). MATLAB in early undergraduate mathematics: An investigation into the effects of scientific software on learning. *Mathematics Education Research Journal*, 12(3), 219-233.
- Chu, Z., Sun, W., & Wang, J. (2016). *Research on MAC layer communication performance model of wireless sensor networks for intelligent transportation*.
- Fangohr, H. (2004). A comparison of C, MATLAB, and Python as teaching languages in engineering. *Computational Science-ICCS 2004*, 1210-1217.
- Ge, S., Cao, Y., Ding, Z., Liu, K., & Ding, R. (2016). Type synthesis of 3T1R hybrid mechanisms based on fractal theory. *Hsi-An Chiao Tung Ta Hsueh/Journal of Xi'an Jiaotong University*, 50(11), 75-82 and 156. doi:10.7652/xjtuxb201611012
- Goncalves, B., Hobbi, A., & Golnabi, A. H. (2016). *A hands-on application-based tool for STEM students to understand differentiation*.



Posibilidades de empleo de Matlab para el desarrollo del pensamiento algorítmico en la solución de problemas matemáticos

Revista Publicando, 4 No 10. (1). 2017, 420-428. ISSN 1390-9304428

- Huatuco, R. M., & Velásquez, W. L. (2014). El uso de las TIC en la enseñanza profesional. *Industrial Data, 12*(2), 061-067.
- Jaramillo, A. (2014). Enseñanza de las matemáticas. *Revista de Matemática MATUA, 1*(2).
- Li, X., & Huang, Z. J. (2017). An inverted classroom approach to educate MATLAB in chemical process control. *Education for Chemical Engineers, 19*, 1-12.
doi:10.1016/j.ece.2016.08.001
- Majka, M., Gadda, G., Taibi, A., Gałazka, M., & Zieliński, P. (2017). Earliest effects of sudden occlusions on pressure profiles in selected locations of the human systemic arterial system. *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics, 95*(3). doi:10.1103/PhysRevE.95.032414
- Mandel, R., & Reichel, W. (2017). A priori bounds and global bifurcation results for frequency combs modeled by the Lugiato-Lefever equation. *SIAM Journal on Applied Mathematics, 77*(1), 315-345. doi:10.1137/16M1066221
- Ochkov, V. F., & Bogomolova, E. P. (2015). Teaching Mathematics with Mathematical Software. *Journal of Humanistic Mathematics, 5*(1), 265-285.
- Pichardo, I. M. C., & Puente, Á. P. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *EDMETIC, 1*(2), 127-144.
- Rezvani, A., & Gandomkar, M. (2016). Modeling and control of grid connected intelligent hybrid photovoltaic system using new hybrid fuzzy-neural method. *Solar Energy, 127*, 1-18. doi:10.1016/j.solener.2016.01.006
- Shynk, J. J. (2016). *Mathematical Foundations for Linear Circuits and Systems in Engineering*: wiley.
- Swain, S. D., Ray, P. K., & Mohanty, K. B. (2016). Design of Passive Power Filter for Hybrid Series Active Power Filter using Estimation, Detection and Classification Method. *International Journal of Emerging Electric Power Systems, 17*(3), 363-375. doi:10.1515/ijeeps-2015-0190
- Yang, H., Li, L., & Gao, Z. (2017). Obstacle avoidance path planning of hybrid harvesting manipulator based on joint configuration space. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 33*(4), 55-62. doi:10.11975/j.issn.1002-6819.2017.04.008