

## Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra Lineal

### Use of Matlab as computational tool to support teaching and learning of linear algebra

Gabriel Vergara

*Universidad del Atlántico, Barranquilla - Colombia*

*gabrielvergara@mail.uniatlantico.edu.co*

Aberth Avilez

*Fundación Cambrige, Barranquilla - Colombia*

*aavileza@mail.uniatlantico.edu.co*

Julio Romero

*Universidad del Atlántico, Barranquilla - Colombia*

*julioromero@mail.uniatlantico.edu.co*

---

---

#### Resumen

En este artículo se presentan los resultados de la investigación titulada Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de algunos temas de álgebra lineal en el programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad del Atlántico. Esta se basó en el empleo del software Matlab para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, para la realización de operaciones matriciales, la solución de problemas asociados a espacios vectoriales y a transformaciones lineales y, para el cálculo de los valores y vectores propios de una matriz cuadrada.

**Palabras claves:** Matlab, herramienta computacional, enseñanza, aprendizaje, tópicos de álgebra lineal.

#### Abstract

This article presents the results of the research entitled Using Matlab as a computational tool to support teaching and learning some topics of linear algebra in the degree program in mathematics from the University of the Atlantic. This was based on the use of Matlab software to support the teaching and learning of solving systems of linear equations, for performing matrix operations, solving problems associated with vector spaces and linear transformations and for calculating.

*Keywords:* MATLAB, computational tool, teaching, learning, and topics in linear algebra.

---

---

## 1. Introducción

A lo largo de la historia el hombre ha tratado de darle sentido o de explicar el mundo que lo rodea mediante el uso de las matemáticas; pero el álgebra no ha estado alejada de ese contexto, puesto que en la antigüedad los griegos trataron de explicar el mundo usando variados elementos de esta, como por ejemplo para identificar sus elementos y las relaciones que existían entre estos. Sin embargo, a través de la historia se le han dado diferentes significados a la palabra álgebra; un ejemplo claro de ello fue lo hecho por el matemático Leonard Euler, quien como se cito en [1], en su su libro *Introducción al álgebra*, consideraba que el álgebra es la teoría de los cálculos con cantidades de distintas clases.

Con base en lo anterior y en la imperiosa necesidad de apoyar el proceso de enseñanza del álgebra lineal, en este trabajo se propone el uso del Matlab como herramienta para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de algunos temas de álgebra lineal, fundamentada en la investigación realizada en el programa de Licenciatura en Matemáticas de la universidad del Atlántico.

En la enseñanza del álgebra lineal se presentan muchas dificultades debido al alto grado de abstracción de algunos temas y a lo tedioso que puede ser resolver ejercicios que implican una serie de algoritmos muy extensos; por tal motivo en muchas ocasiones los docentes optan por dejárselos como tarea al estudiante para que sean ellos quienes los resuelvan, sin importarles que estos logren o no un aprendizaje significativo de los mismos. Por su parte, los resultados preliminares de una prueba diagnostica aplicada a estudiantes del programa que ya aprobaron esta asignatura y con el fin de conocer su percepción respecto de las metodologías aplicadas por sus profesores de álgebra lineal, mostraron que no se logra un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes debido a que las estrategias didácticas y metodológicas empleadas por los docentes de de esta asignatura no son las más apropiadas para abordar temas tan complejos como los que usualmente se estudian en esta. A su vez, consideran estos que a los docentes de álgebra lineal del programa de Licenciatura en Matemáticas poco les importa las aplicaciones y el uso de programas computacionales para apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje de la misma

Así mismo, siendo parte de esta experiencia como estudiante y como docentes de este programa y, pensando en las dificultades que existen para llevar a cabo la enseñanza y el aprendizaje del álgebra lineal, se desarrolló este trabajo de investigación con el fin de proponer la utilización del software Matlab como herramienta que apoye la enseñanza y el aprendizaje de temas como la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, para la realización de operaciones matrices, la solución de problemas asociados a espacios vectoriales y a las transformaciones lineales y, para el cálculo de valores y vectores propios de una matriz y, de esta manera contribuir al aprendizajes significativo de estos por parte de los estudiantes.

Esta investigación que inició en Enero de 2015 y finalizó en Febrero de 2016, se enmarcó en el paradigma positivista, ya que se pretendía alcanzar una comprensión objetiva de la realidad educativa que conllevara al mejoramiento académico, teniendo como objetivo la implementación del software Matlab para que los estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad del Atlántico se apropien de conceptos como los sistemas de ecuaciones lineales y sus aplicaciones, las operaciones matriciales, la solución de problemas asociados a espacios vectoriales y a transformaciones lineales y, al calculo de valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada. Para ello, se implemento la siguiente metodología; inicialmente se procedió a recoger información de textos relacionados con las variables objeto de estudio, de modo que estos sirvieran como soportes teóricos adecuados para la justificación del problema y la posterior elaboración del marco teórico. Luego se diseñaron los instrumentos considerados primarios por expertos, para la recolección de la información. Posteriormente se verifico la validez de los instrumentos de recolección de información primarios a través del juicio de expertos. A continuación de esto, se procedió a aplicar los instrumentos de

recolección de la información, a una muestra de 35 estudiantes y 5 docentes del programa de Licenciatura, en matemáticas y, una vez obtenida esta, se se tabuló y graficó, para finalmente analizarla, sacar unas conclusiones y, diseñar la propuesta y las respectivas recomendaciones.

Para la recolección proveniente de la población muestra, inicialmente se realizaron unas observaciones directas al desarrollo de algunas clases de álgebra lineal, para a partir de ello tener una idea respecto de como los docentes llevaban a cabo el proceso de enseñanza del álgebra lineal y que estrategias didácticas y pedagógicas empleaban para el desarrollo de las mismas. La otra técnica empleada fue la entrevista, realizada mediante cuestionarios de preguntas cerradas y aplicada a un grupo de 35 estudiantes y 5 docentes de álgebra lineal del programa de licenciatura en matemáticas de la Universidad del Atlántico.

Las contribuciones realizadas mediante esta investigación serán de gran utilidad para la colectividad de docentes de matemáticas, ya que les permitirá hacer un replanteamiento en cuanto a la forma de enfocar sus clases y en consecuencia propiciar ambientes de investigación de nuevos trabajos que permitan fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal y de las matemáticas en general, sobre todo a nivel de la educación superior.

## **2. Marco teórico o Fundamentos teóricos**

Para esta investigación, los fundamentos teóricos fueron de gran aporte, en primer lugar porque permitieron a partir de las comparaciones, determinar los puntos de coincidencias y diferencias entre las investigaciones; en segunda instancia por que evita repetir aspectos que ya se encuentran suficientemente estudiados y desarrollados; además permitieron identificar bajo que enfoques epistemológicos han sido abordados los estudios anteriores, y por supuesto que teorías se han utilizado; finalmente porque permiten conocer las conclusiones a que se ha llegado en estas, entre otros.

Respecto del uso de herramientas computacionales y de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) para dinamizar los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas y en particular del álgebra lineal, se han llevado a cabo algunos estudios recientes; a nivel Internacional encontramos el trabajo de (Santos, 2005)(Ver [2]), titulado Utilización de las nuevas Tecnologías de la comunicación y de la información en la enseñanza de las matemáticas en la educación superior; por su parte, (González, 2009)(Ver [3]) propone un ambiente computacional para apoyar la enseñanza de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la educación superior. Esta última investigación arroja como resultado el hecho que las herramientas computacionales ayudan al alumno en su actualización profesional, a la vez que constituyen un apoyo para la integración de los distintos conceptos del álgebra lineal.

En el contexto nacional encontramos el trabajo de (Rosales, 2012)(Ver [4]), titulado Diseño e implementación de talleres para la enseñanza y aprendizaje del álgebra matricial y solución de sistemas de ecuaciones lineales con Scilab. Si bien estos trabajos son innovadores desde el punto de vista didáctico y metodológico, se observa como solo abordan el uso de las tecnologías para estudiar y resolver problemas matriciales, mas no consideran temas centrales del álgebra lineal como los espacios vectoriales y el cálculo de valores y vectores propios.

De otra parte, en lo que respecta a la génesis instrumental del problema objeto de estudio, se puede mencionar el trabajo de (Artigue, 2002)(Ver [5]) titulado Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual. En este se presenta la génesis de una reflexión acerca de algunas cuestiones relacionadas con la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo conceptual y el trabajo técnico en matemáticas. Los resultados de esta son el fruto de varios años de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en ambientes CAS. Por su parte, (Trouche, 2009)(Ver [6]) realiza una investigación denominada De los libros de texto a

los recursos en línea: evoluciones tecnológicas y evolución de los acercamientos didácticos. Una de las conclusiones a la que llega el autor, es que el uso adecuado de las TIC contribuye a la generación un aprendizaje significativo del álgebra lineal, pues permite que se dé una interacción directa entre lo teórico y lo práctico y, entre lo previo y lo actual.

En lo que corresponde a los aspectos teóricos, sobre aprendizaje significativo versan muchos teorías escritos por importantes investigadores, hechos por importantes estudiosos del tema, pero no cabe duda que los aportes más representativos en este campo son hechos por (Ausubel, 1983)(Ver [11]), ya que estos ofrecen un marco apropiado tanto para el adecuado desarrollo de la labor docente, como para el estudio de técnicas educacionales coherentes con tales principios, convirtiéndose en un marco teórico que favorece dicho proceso.

A este respecto, (Ausubel 1983)(Ver [11]) afirma que un aprendizaje es significativo cuando los contenidos se relacionan de manera no arbitraria y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Pág. 48). Agrega que para que el estudiante logre un aprendizaje significativo, además de las estrategias didácticas y metodológicas empleadas por el docente, este debe manifestar [...] una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria.

### **3. Método experimental**

Esta investigación se ubica dentro del paradigma positivista, con enfoque cuantitativo, apoyado en un estudio proyectivo, con diseño experimental, de campo, longitudinal, porque es un estudio de una situación social a través de un proceso previo de indagación para proponer soluciones o alternativas de cambio a una situación determinada a partir de un proceso de indagación, mediante la exploración, la descripción la explicación y la proposición del uso de una herramienta computacional para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal. Además, este estudio se imbrica dentro del enfoque Empirista Inductivista, ya que el conocimiento generado a partir de esta, se produce y se valida a partir de los datos recogidos de la realidad por vía sensorio-perceptiva y por una orientación concreta y objetiva de las cosas.

Como se mencionó antes, los instrumento para la recolección de la información serán aplicadas a 35 docentes y 5 estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas. Este proceso se llevo a cabo entre Mayo y Agosto de 2015. Los docentes hacen parte del cuerpo de profesores de los programas de licenciatura en matemáticas y del programa de matemáticas de la facultad de ciencias Básicas y quienes en los últimos 5 años habían orientado la asignatura álgebra lineal. Por su parte, los estudiantes corresponden a una muestra tomada del grupo de estudiantes del programa de licenciatura en matemáticas, de las jornadas diurna y nocturna y que habían cursado álgebra lineal en los periodos 2013-I, 2013-II, 2014-I y 2014-2, ya que por la cercanía de tiempo, se asume que estos aún tienen frescos los temas de álgebra lineal y algunos aspectos inherentes al desarrollo de la misma por parte de sus docentes.

En este estudio se planteó un diseño longitudinal, experimental y de campo, donde se presenta una situación social para tratar de mejorar la calidad de la acción en la misma. En ese sentido, esta investigación validó las estrategias didácticas para el aprendizaje significativo de algunos tópicos del álgebra lineal por parte de los estudiantes del programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad del Atlántico de Barranquilla Colombia, pero no de forma independiente, sino por intermedio de la praxis educativa.

Es un diseño experimental en cuanto que los investigadores comprobaron los efectos de una intervención específica; se enmarca dentro de los diseños de campo, porque se realiza en el mismo lugar donde está el objeto de estudio; es decir la investigación se centró en hacer el estudio donde el fenómeno se daba de manera natural. Finalmente, el estudio fue longitudinal ya que las variables objeto de estudio se observaron tal y como se daban en su contexto natural en dos o más momentos y en tiempos diferentes, aplicándose dos o más veces el instrumento a la misma muestra para recabar la información que sea necesaria.

#### 4. Resultados y análisis

A continuación se describen los resultados obtenidos en la primera etapa de la investigación, la cual consistió en la realización de una encuesta como prueba diagnóstica a estudiantes y docentes (muestra seleccionada) del programa de licenciatura en matemáticas, por un lado para determinar si los docentes usan o consideran necesaria la utilización de algún software para apoyar la enseñanza del álgebra lineal, y por otro para determinar que grado de conocimiento poseían los estudiante que ya habían cursado álgebra lineal respecto de los temas objeto de estudio y si alguna vez habían utilizado algún software para apoyar el proceso de aprendizaje de tópicos como la solución de sistemas de ecuaciones lineales el calculo de la inversa de una matriz y el calculo de los valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada.

##### 4.1. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los docentes de álgebra lineal de Licenciatura en Matemáticas

**VARIABLES:** uso de estrategias didácticas y Manejo o no manejo de un software como estrategia para para apoyar la enseñanza-aprendizaje de algunos temas del álgebra lineal.

**DIMENSIÓN:** Docentes que usan estrategias didácticas y/o un software.

SUB-DIMENSION	ITEMS	INDICADOR	SI %	NO %	CONCLUSION
Estrategias didácticas	1	Estrategias	100%	0%	La tendencia es importante las estrategias didácticas
	2		60%	40%	
	MEDIA		80%	20%	
	PUNTAJE		1,82	0,64	
MEDIA			80%	20%	La tendencia es importante las estrategias didácticas

Tabla 1. Resultados de la encuesta a docentes respecto de la utilización de estrategias didácticas para enseñar álgebra lineal

Los resultados evidencian que el 100 % de los docentes afirman que usan estrategias didácticas para llevar a cabo su proceso de enseñanza del álgebra lineal. Por su parte, el 60 % de ellos consideran importante el uso de algún software como estrategia didáctica para llevar a cabo la enseñanza del álgebra lineal, mientras que el 40 % no lo considera así.

Por su parte, los resultados mostrados en el la Tabla 2 indican que el 73 % de los profesores encuestados usan o han usado algún software para apoyar la enseñanza de álgebra lineal, además consideran que esto les

SUB-DIMENSION	ITEMS	INDICADOR	SI %	NO %	CONCLUSIÓN
Uso de software como estrategia	3	Uso de software como estrategia didáctica	80%	20%	La tendencia es usar software como estrategia
	4		60%	40%	
	5		80%	20%	
	6				
		MEDIA	73%	26%	
		PUNTAJE	1,82	0,64	2,45
MEDIA			73%	26%	La tendencia es usar software como estrategia

Tabla 2. Resultados de la encuesta a docentes sobre la utilización de algún software para la enseñanza de álgebra lineal.

brinda mayores potencialidades didácticas para la enseñanza de los mismos. Además se observa que el 26 % no usan o no han usado algún software.

#### 4.2. Análisis de resultados de la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes de Licenciatura en Matemáticas que ya vieron álgebra lineal

**Variable:** Aprendizaje de los tópicos de álgebra lineal.

**Dimensiones:** Manejo y no manejo de temas centrales de álgebra lineal

Se les pregunto a los estudiantes seleccionados sobre el nivel de manejo que poseían de los tópicos sistemas de ecuaciones lineales, operaciones matriciales, espacios vectoriales, transformaciones lineales y el calculo de los valores y vectores propios de una matriz cuadrada y, respecto de su capacidad para resolver problemas de aplicación inherentes a estos temas (item 1 e item 2 de la Tabla 3)

SUB-DIMENSION	ITEMS	INDICADOR	SI %	NO %	CONCLUSION
Conceptos de álgebra lineal	1	Conocimiento previos	29%	71%	La tendencia es no saber
	2		26%	74%	
			48%	52%	
		MEDIA	34%	66%	
		PUNTAJE	2,47	0,51	2,98
MEDIA			34%	66%	La tendencia es no saber

Tabla 3. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de licenciatura en matemáticas sobre el manejo de los temas centrales de álgebra lineal.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 3 se puede decir que el 34 % de los estudiantes seleccionados manejan adecuadamente cada uno de los temas antes descritos y resuelven problemas de aplicación sobre temas relacionados con estos, mientras que el 66 % no los manejan adecuadamente y en consecuencia se les dificulta resolver problemas de aplicación.

Una vez analizados los resultados anteriores, se procedió a hacer unos talleres de refuerzos consistentes en la resolución de ejercicios para que los estudiantes participantes afianzaran sus conocimientos en temas como resolución de problemas de aplicación sobre sistemas de ecuaciones lineales, operaciones matriciales, , problemas de aplicación sobre espacios vectoriales y transformaciones lineales y sobre el cálculos de los valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada. Posteriormente se les dio unos talleres prácticos sobre el uso de Matlab, para que posteriormente resolvieran estos mismos talleres mediante el uso de Matlab, de modo que los estudiantes adquirieran destrezas tanto para el manejo de los comandos básicos de este software, como para la interpretación de las soluciones y el establecimiento de comparaciones entre el tiempo de ejecución del software Matlab y el empleado usando los métodos tradicionales. Finalmente y con la intención de analizar el nivel de avance en cuanto al aprendizaje de cada uno de los temas tratados, se les hizo dos pruebas teórico-prácticas, siendo las practicas resueltas usando Matlab.

La primera prueba consistió en la resolución de problemas de aplicación sobre sistemas de ecuaciones lineales y operaciones matriciales. Los resultados de esta prueba se describen en la Figura 1.



Figura 1. Resultados de prueba teórico-práctica sobre sistemas de ecuaciones y operaciones matriciales.

Con base a los resultados de la Figura 1, se puede decir que respecto de la prueba diagnóstica inicial en donde los estudiantes evidenciaron dificultad para la comprensión y solución de problemas de aplicación sobre los temas sistemas de ecuaciones lineales y operaciones matriciales, usando lápiz y papel, estos mostraron gran mejoría, pues no solo dominan los temas de mejor forma, sino que son capaces de resolver problemas de aplicación de manera teórica y práctica usando el software Matlab. Para ser más precisos, la Figura 1, muestra que 82 % de los estudiantes resolvieron correctamente la prueba teórico-práctica, mientras que solo el 18 % lo hizo de manera incorrecta.

La otra prueba consistió en la resolución teórico-práctica de un test sobre problemas de aplicación inherentes a espacios vectoriales, transformaciones lineales y valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada. Los resultados de esta prueba se describen en la Figura 2.

La Figura 2 pone de manifiesto que el 74 % de los estudiantes resolvieron de forma correcta la prueba teórico-práctica, mientras que el 26 % presentó dificultades para la solución de la misma.



Figura 2. Resultados de la prueba teórico-práctica sobre espacios vectoriales, transformaciones lineales y valores y vectores propios.

## 5. Resultados obtenidos

Como se menciona anteriormente, la prueba diagnóstica inicial indicaba por un lado que a la mayoría de los docentes no les gustaba usar softwares para llevar a cabo el proceso de enseñanza del álgebra lineal y, por otro, que los estudiantes no manejaban bien temas centrales de del álgebra lineal como lo son los sistemas de ecuaciones lineales, las operaciones matriciales, la solución de problemas de aplicación relativos a espacios vectoriales y transformaciones lineales y el calculo de valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada, pero que posterior al desarrollo de los talleres teórico-práctico para afianzamiento de estos temas y la realización de las pruebas finales (los dos test teórico- prácticos), se encontró que al emplear el software Matlab, a los los estudiantes se les facilita tanto la comprensión como la solución de problemas de aplicación de los tópicos sistemas de ecuaciones lineales, operaciones matriciales, espacios vectoriales, trasformaciones lineales y calculo de valores y vectores propios de una matriz cuadrada, no solo por la rapidez en la ejecución de los los cálculos, sino por la variedad de cambios que pueden realizar a estos y obtener resultados veraces y fáciles de comparar; estableciendo similitudes y diferencias.

## 6. Conclusión

Gracias al empleo del software Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de temas centrales del álgebra lineal como los sistemas de ecuaciones lineales, las operaciones matriciales y la solución de problemas inherentes a los espacios vectoriales y a las transformaciones lineales y, el cálculo de los valores y vectores propios asociados a una matriz cuadrada, los estudiantes se sienten motivados a continuar profundizando en el estudio del álgebra lineal, pues además de afianzar sus conocimientos, le encuentran su verdadera esencia mediante la solución de problemas inherentes a estos y a otras áreas del conocimiento. En este sentido, se considera que los resultados de esta investigación sientan las bases para que en cada una de las asignaturas de las matemáticas, se implemente no solo este software, sino que docentes y estudiantes hagan uso de de las distintas herramientas que les brinda las tecnologías de la comunicación y de la información para mejorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje, sino que estas se



conviertan en herramientas que contribuyan a la consecución de aprendizaje significativos y a la generación de conocimiento en un mundo cada vez más globalizado.

## Referencias

- [1] Cardenas, C. H. (1993). El Álgebra de viéte y soluciones de ecuaciones de tercer y cuarto grado.
- [2] Santos, N. et al. (2005). Utilización de las nuevas Tecnologías de la Comunicación y de la Información en la enseñanza de la matemática en la educación superior.
- [3] González, Y. (2009). Ambiente computacional para apoyar la enseñanza de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la educación superior
- [4] Rosales, G. (2012). Diseño e implementacion de talleres para la enseñanza y aprendizaje del álgebra matricial y solución de sistemas de ecuaciones lineales con Scilab. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- [5] Artigue, M. (2002). Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual.
- [6] Trouche (2009). De los libros de texto a los recursos en línea: evoluciones tecnológicas y evolución de los acercamientos didácticos
- [7] Moreira, M. (1997). Cambio conceptual: Critica a modelos actuales y una propuesta a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. Trabajo presentado en la conferencia internacional Science and Mathematics Education for the 21 st Century : Towards Innovatory Approaches, 26 de Septimbre al rimerio de de Octubre, Concepcion, Chile.
- [8] Ortiz, J., Rico, L., and Castro, E. (2008). La enseñanza del álgebra lineal utilizando modelización y calculadora gráfica: Un estudio con profesores en formación. *Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 2, 181-189.
- [9] Ramírez, B. Una propuesta didáctica para el estudio del tema de Espacios Vectoriales en un curso de Álgebra Lineal. En T. Gutiérrez (presidencia). Sección Matemática. Conferencia llevada a cabo en la XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática, (págs. 1-12). Chiapas, México.
- [10] Sampieri, R., Fernández, C., and Batista, P. (2010). *Metodología de la investigación* Sexta edición edición. México: McGraw-Hill.
- [11] Ausbel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. 1-10.

Para citar este artículo: Gabriel Vergara et al. 2016, Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra Lineal. Disponible en Revistas y Publicaciones de la Universidad del Atlántico en <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/revistas/index.php/MATUA>.