



## ARTICULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Fecha de presentación: 10-11-2020 Fecha de aceptación: 20-01-2021 Fecha de publicación: 3-03-2021

### CALCULADOR PARA APOYAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL

### CALCULATOR TO SUPPORT THE LINEAR ALGEBRA TEACHING- LEARNING PROCESS

Tania Rosa Toledo-Martín<sup>1</sup>, Lydia Rosa Ríos-Rodríguez<sup>2</sup>, María Catalina Rodríguez-Felipe<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciada en Educación. Especialidad Matemática, Máster en Ciencias de la Educación, Profesora Auxiliar, Departamento Física-Matemática, Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba, Correo: [tania@uniss.edu.cu](mailto:tania@uniss.edu.cu), OCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8004-7324>

<sup>2</sup>Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Departamento de Informática, Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba, Correo: [lidia@uniss.edu.cu](mailto:lidia@uniss.edu.cu), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5176-931X>

<sup>3</sup>Licenciada en Educación. Especialidad Matemática, Máster en Ciencias de la Educación, Profesora Auxiliar, Departamento Física-Matemática, Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba, Correo: [catalina@uniss.edu.cu](mailto:catalina@uniss.edu.cu), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4715-1186>

---

#### ¿Cómo citar este artículo?

Toledo Martín, T. R., Ríos Rodríguez, L. R. y Rodríguez Felipe, M. C. (marzo-junio, 2021). Calculador para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje del álgebra lineal. *Pedagogía y Sociedad*, 24 (60), 326-350. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/view/1194>

---

#### RESUMEN

**Introducción:** El proceso de investigación realizada en la enseñanza-aprendizaje de la Universidad de Sancti Spíritus "José Matemática resulta complejo y en Martí Pérez" (UNISS) permitió muchas ocasiones no se logran los identificar carencias en dicho proceso, niveles de asimilación que necesitan particularmente en los estudiantes de los futuros profesionales. Una

primer año de la carrera Ingeniería Informática. **Objetivo:** describir las características de una herramienta computacional desarrollada para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal, especialmente para el trabajo con matrices. **Métodos:** entre los métodos empleados se destacan el análisis documental y la observación. Para el diseño e implementación de la aplicación informática se utilizó la metodología Extreme Programming (XP). **Resultado:** se obtiene una herramienta eficaz para los profesores, que permite trabajar en correspondencia con el diagnóstico y necesidades de los estudiantes al contar con una base de datos que les facilita proponer ejemplos y ejercicios para que sus alumnos puedan visualizarlos y realizarlos. El software presenta dos niveles de ayuda: una técnica y una teórica. **Conclusiones:** durante su implementación se ha demostrado la efectividad de su empleo por parte de los estudiantes. **Palabras clave:** álgebra lineal; enseñanza-aprendizaje; software educativo

---

## ABSTRACT

Mathematics teaching-learning

process is complex and usually, the levels of information assimilation that future professionals need are not achieved. A research carried out at the University of Sancti Spiritus “José Martí Pérez” (UNISS) allowed the identification of deficiencies in this process, particularly in first-year students of the engineering in Computer Sciences. **Objective:** The present article aims to describe the characteristics of a computational tool developed to support the teaching-learning process of Linear Algebra, especially for the work with matrices. **Methodology:** Among the methods used, the analysis of documents and observation stand out. For the design and implementation of the computer application, the Extreme Programming (XP) methodology was used. **Results:** As a result, an effective tool for teachers is obtained, allowing them to work in line with the diagnosis and needs of the students by having a database that makes it easier, for them to propose examples and exercises so that their students can visualize and perform them. The software comprises two levels of help: a technical and a theoretical one. During its implementation, the effectiveness of its use by students

has been demonstrated.

**Keywords:** linear algebra; teaching-learning; educational software

---

## INTRODUCCIÓN

La disciplina Matemática Superior en las carreras de Ingeniería, aporta al estudiante los conocimientos necesarios para su formación académica y las herramientas de trabajo que le permiten identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados al ejercicio de la profesión, y resolver los problemas que estos conducen, haciendo uso eficiente de las técnicas modernas de cómputo e identificando rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia (MES, 2017).

Además, contribuye al desarrollo de la capacidad de abstracción, de habilidades para la comprensión y comunicación de propiedades y características matemáticas de magnitudes y formas en la variante formal, gráfica, numérica y verbal. Promueve el trabajo colectivo, la evaluación crítica de los resultados, propicia el control y el autocontrol, y

desarrolla el carácter consciente, autotransformador y adiestra al estudiante en el logro de la independencia en las acciones que ejecuta (MES, 2017).

Desde el punto de vista metodológico, aporta métodos de trabajo organizado al estimular el pensamiento algorítmico, desarrolla la capacidad de comunicación en forma oral, escrita y gráfica, lo que posibilita la defensa de sus criterios (Ministerio de Educación Superior, MES, 2017).

Entre los contenidos esenciales de esta disciplina se encuentran los vinculados con el Álgebra Lineal, puntualmente: matrices, operaciones con matrices y sus propiedades, rango de una matriz, matriz inversa, matriz de cambio de base y matrices semejantes. Estos contenidos resultan trascendentales para la formación de Ingenieros Informáticos.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura ha sido estudiado durante las últimas décadas y a partir del análisis de varias investigaciones se ha llegado a la conclusión de que independientemente de los enfoques empleados en la impartición de esta materia ya sea matricial, axiomática,

geométrica y computacional permanecen las deficiencias en el aprendizaje y al parecer esto se debe a que Álgebra Lineal es y seguirá siendo una materia de difícil comprensión para la mayoría de los estudiantes (Hurman, 2007).

Estudios realizados por una de las autoras y la propia experiencia impartiendo la asignatura, le permiten identificar carencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los referidos contenidos en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS). Algunas de ellas son las siguientes:

- Predomina el nivel reproductivo en las operaciones de cálculos con matrices por lo que no siempre aplican con éxito a nuevos problemas.
- Se aprecian dificultades al vincular estos contenidos con los de otras asignaturas.
- Utilizan algún software como asistente matemático o sea para verificar los cálculos pero cuando no coinciden las respuestas no encuentran en

estos la ayuda necesaria para detectar los errores cometidos.

Por otro lado, las universidades cubanas manejan hoy el concepto de que una universidad innovadora es la antítesis de organizaciones estáticas, sujetas a modelos que pertenecen al pasado. Es la universidad que se reforma permanentemente. Innovar por parte de la universidad significa también actualizar sistemáticamente, en los niveles de grado y posgrado, los planes de estudio, las formas de enseñanza, los métodos de evaluación, las relaciones entre alumnos y profesores; incorporar las tecnologías más avanzadas y pertinentes para los fines educativos, entre otros aspectos (Alarcón, 2016).

Tomando en cuenta lo abordado anteriormente y ante la necesidad de contribuir al proceso de virtualización que lleva a cabo el Ministerio de Educación Superior en Cuba, en coordinación con el departamento de Ingeniería Informática de la UNISS se ha desarrollado un conjunto de aplicaciones informáticas para contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal. El objetivo de este trabajo es describir

las características de una de ellas, desarrollada particularmente para el trabajo con matrices.

## **MARCO TEÓRICO O REFERENTES CONCEPTUALES**

Como en casi todas las asignaturas del currículo base, sobre todo aquellas que se imparten en los primeros años de las carreras universitarias, constituye un reto para los docentes de Matemática, mostrar a sus estudiantes cuál es la vinculación entre la materia que enseñan y el perfil del profesional desde el comienzo de la clase, y es por ello que surgen entre los alumnos inquietudes tales como ¿para qué me sirve esto? ¿Qué importancia tiene lo que estudiamos en esta clase? ¿Cómo voy a aplicar este contenido en la carrera? Estas interrogantes a menudo van acompañadas de desmotivación en los estudiantes, baja calidad en los resultados docentes que obtienen y dificultades para aplicar lo aprendido a la solución de problemas reales (Vargas, Pérez, y Fabián, 2017).

Hoy el desafío fundamental de la educación matemática consiste en enseñar conceptos sofisticados a una

población mucho más amplia que aquella que tradicionalmente los ha aprendido. Este desafío es prácticamente universal. No hace mucho tiempo, las matemáticas más simples (suma, resta, multiplicación y división) bastaron para casi todo el mundo, pero en la sociedad actual, cada vez mayor número de personas está llamado a utilizar competencias matemáticas avanzadas para razonar sobre la incertidumbre, el cambio, la evolución de los datos o las relaciones espaciales (Pedró, 2017).

En este contexto, no pocos autores apuestan por el uso de herramientas basadas en modernas tecnologías para transformar la forma en que se enseña y se aprenden estos contenidos.

Noguera, Huérfano y Vera (2015) por ejemplo, aseguran que la incorporación de las TIC y el desarrollo de un espacio virtual para la educación superior, hacen que la universidad se mueva en dos direcciones. La primera, actúa en el eje de la formación, las actuales propuestas universitarias abogan por que el estudiante sea centro y protagonista del proceso de

aprendizaje, se trata por tanto no solo de enseñar, sino también de hacer que los estudiantes aprendan. La segunda, parte de que ya no es indispensable pensar en una única modalidad de enseñar y aprender, presencial, mixta, virtual, sino que se aboga por la amalgama de posibilidades, es decir, diferentes escenarios, diferentes contextos, diferentes estrategias según lo que se desee aprender en cada momento o situación.

Borbón (2003), por su parte, agrega que la utilización de nuevas tecnologías en el salón de clases trae consigo una nueva gama de posibilidades para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. La principal razón es que estos instrumentos pueden mostrar, de forma dinámica, conceptos que son muy difíciles de enseñar de la forma tradicional.

### **Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal**

El Álgebra Lineal, es la rama de las matemáticas que estudia conceptos tales como: vectores, matrices, sistemas de ecuaciones

lineales y en un enfoque más formal, espacios vectoriales, y transformaciones lineales. Es un área activa que tiene conexiones con muchas áreas dentro y fuera de las matemáticas como análisis funcional, ecuaciones diferenciales, investigación de operaciones, gráficas por computadora, ingeniería, entre otros (Noguera et al., 2015).

Encuestas realizadas a docentes por Uzuriaga, Arias y Martínez (2008), para identificar la importancia que se le confiere a la asignatura Álgebra Lineal dentro de los programas de ingeniería, arrojaron coincidencia entre los encuestados en que radica en las bases teóricas que aporta para afrontar con éxito otras asignaturas y en las herramientas que suministra para la modelación y solución de problemas reales y su incidencia en la formación de competencias mentales, razonamiento y modelación matemática.

Varios autores hacen referencia a dificultades frecuentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta rama del saber. Tal es el caso de Sánchez (2013) quien plantea que existen temas abstractos y ejercicios

de generalización que muchos de los estudiantes no saben resolver así como ciertas definiciones que no logran entender lo que repercute en el entendimiento de conceptos que tienen secuencia con esas definiciones. Dentro de los temas con mayores dificultades este autor identifica a:

- Potencia a la  $n$  de matrices.
- Determinantes de orden  $n$ .
- Espacios y subespacios vectoriales.
- Combinaciones lineales.
- Transformaciones Lineales.

Otros autores dedican parte de sus investigaciones a determinar las causas que originan los problemas que se presentan en la enseñanza del Álgebra Lineal. Dorier (2000), plantea la existencia de dos tipos de fuentes de dificultades en los estudiantes: la naturaleza del Álgebra Lineal en sí misma, y el tipo de pensamiento necesario para la comprensión de sus conceptos, los cuales son inseparables. Mientras, un análisis en el que participaron estudiantes de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira reveló: primero, la falta de bases y la

poca capacidad de abstracción en el momento de afrontar el curso. Segundo, la falta de contextualización de los contenidos de la asignatura y su relación con otros cursos de matemática o ingeniería, razones que contribuyen al bajo interés y motivación, llegando a considerarlo sin mayor importancia en su pensum académico y no reconociéndose el aporte que hace Álgebra Lineal al desarrollo y madurez del pensamiento (Uzuriaga et al., 2008).

Por su parte, Vergara, Avilez y Romero (2016) agregan otras causas como el alto grado de abstracción de algunos temas y 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. En este sentido, los resultados preliminares de un diagnóstico aplicado a estudiantes de Licenciatura en Matemática de la Universidad del Atlántico, que ya aprobaron esta asignatura, y con el fin de conocer su percepción respecto a

las metodologías aplicadas por sus profesores, muestran que no logran un aprendizaje significativo debido a que las estrategias didácticas y metodológicas empleadas por los docentes no son las más apropiadas para abordar temas tan complejos como los que usualmente se estudian en esta. A su vez, consideran estos, que los docentes utilizan muy pocos programas computacionales para apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje.

En el contexto cubano, Delgado, Durán y Arza (2012) se refieren a un estudio realizado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de Cuba, en el que se tuvo en cuenta la experiencia y opiniones de profesores de la asignatura Álgebra Lineal, los resultados obtenidos de las visitas de ayuda metodológica, de inspección y especializada. Dicho estudio permitió detectar insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura a través de las TIC. Estas radicaron en:

- La identificación de los nodos interdisciplinarios entre las asignaturas de la especialidad

del Ingeniero en Ciencias Informáticas.

- La preparación metodológica de la asignatura Álgebra Lineal que permita desarrollar la interdisciplinariedad.
- La utilización de los recursos informáticos con que dispone el centro, esencialmente el Entorno Virtual de Aprendizaje para desarrollar la interdisciplinariedad de las asignaturas de la especialidad del Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Además, agregan los referidos autores, se ha podido constatar en intercambio con los profesores de la UCI, que estos están conscientes de la necesidad de desarrollar la interdisciplinariedad desde el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal a través de las TIC para lograr la formación general e integral de los discentes.

### **Herramientas informáticas para la enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal**

La literatura revisada revela una amplia utilización de software en el

proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y de manera particular del Álgebra Lineal. Algunos de ellos son de propósito general como el Mathematica, el Matlab, el Derive, el GeoGebra y el R, mientras otros se diseñaron con carácter instruccional y/o para complementar aquellos que se mencionaron con anterioridad.

Entre los aspectos que favorecen la utilización del Derive en ambientes educativos, según Ortega (2002) se encuentra el hecho de que proporciona un sistema de notación intermedio entre los sistemas de notación formales del álgebra lineal y los sistemas de notación más familiares al alumnado, por varios motivos:

- Es un sistema de notación más cercano al alumno y más cómodo de utilizar que el lápiz y papel.
- La forma de introducir los datos les obliga a reflexionar sobre el concepto que están manejando o van a manejar.
- Es un sistema de notación complementario al del lápiz y papel.

Otras ventajas del Derive, en opinión de Arias, Chagra, Pay y Pinto (2012) son:

- Posibilita la generación de un ambiente áulico más dinámico y eficiente.
- Facilita el desarrollo de imágenes mentales y permite una mejor articulación entre registros de representación.
- Favorece un pensamiento más reflexivo, estratégico y conceptual.

Por otro lado, estos autores, apuntan que GeoGebra también ofrece ventajas técnicas y pedagógicas tales como:

- Permite construir figuras con puntos, segmentos, rectas, vectores, cónicas y genera gráficas de funciones.
- Combina Geometría, Álgebra y Cálculo (realiza operaciones algebraicas, deriva, integra, grafica).
- Cualquier modificación realizada sobre el objeto matemático afecta a su expresión matemática y viceversa.

- Permite desplazar las construcciones geométricas sin que estas pierdan las cualidades matemáticas contempladas en su creación.
- Ofrece una visualización muy buena.
- Permite observar simultáneamente distintas representaciones semióticas de un objeto matemático (gráfica, algebraica, tabular).
- Hace posible generar animaciones que pongan en evidencia una propiedad.
- Es posible realizar simulaciones.
- Es posible la variación de la gráfica de una función al variar algunos de sus parámetros.
- Favorece la utilización de metodologías activas y participativas.

Mientras Vergara, Avilez y Romero (2016) plantean que 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 de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad del Atlántico se sienten motivados a continuar profundizando en el estudio del Álgebra Lineal, pues además de afianzar sus conocimientos, les encuentran su verdadera esencia mediante la solución de problemas inherentes a estos y a otras áreas del conocimiento.

Por otra parte, Vílchez (2015) da cuenta de **VilGebra**, este es un recurso que facilita el uso de Mathematica, potenciando sus capacidades de cálculo simbólico en la resolución de problemas no triviales. El paquete abarca 86 nuevos comandos de funciones que por defecto **Mathematica** no ejecuta, en áreas de contenido tales como: matrices y determinantes, geometría vectorial, rectas y planos, espacios vectoriales, proyecciones ortogonales, transformaciones lineales, diagonalización de matrices y programación lineal.

Un estudio realizado por Atencio (2013) en la Universidad Tecnológica de Panamá en el segundo semestre del 2012, en la que participaron 70 estudiantes de diversas carreras de ingeniería de primer ingreso y sin experiencia previa, arrojó un gran nivel de aceptación por parte de los estudiantes en el uso de los software Scilab y Octave como herramientas de apoyo para la solución de problemas de Álgebra Lineal, destacan entre sus ventajas que son libres y que no se requiere tener avanzados conocimientos de informática para utilizarlos.

Desde el punto de vista del usuario, SCILAB presenta las ventajas siguientes:

- Posee capacidades de generación de gráficos en dos y tres dimensiones.
- Permite diversas operaciones matriciales.
- Permite operaciones con polinomios y funciones de transferencia.
- Permite la resolución de sistemas de ecuaciones

lineales y ecuaciones diferenciales.

- Posibilita al usuario la creación y definición de funciones propias (Sánchez, 2013).

El referido autor también describe las características de Wiris, un software libre que se puede instalar gratuitamente en la computadora y que funciona como una calculadora online. Para ello contiene otros subprogramas llamados:

- Editor (fórmulas matemáticas en contenidos web, creación de fórmulas a través de iconos, compatible con los principales gestores de contenidos).
- Cas (plataforma en línea para cálculos matemáticos y representación gráfica).
- Quizzes (preguntas matemáticas; enunciado, respuestas, feedback en función de parámetros aleatorios, evaluación automática de las respuestas) (Sánchez, 2013). Este software incluye contenidos de la educación secundaria y algunos de los primeros

cursos de la educación universitaria como son Cálculo, Análisis, Geometría, Álgebra Lineal y Combinatoria. Además incluye la manipulación de unidades de medida y capacidades gráficas de calidad e interactivas.

Igualmente interesante resulta la propuesta de un Sistema Tutor Inteligente para el Álgebra Lineal (STIAL) el que tiene como propósito adaptarse a la forma en que el estudiante percibe la información y las formas en la que las procesa. Además debe brindarle ayuda cuando cometa errores, proveerle el conocimiento que necesita para solucionar los ejercicios con explicaciones. Puede ser usado en la educación y el entrenamiento del estudiante como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en el tema de Diagonalización (Coello, Perez y Martín, 2016).

### **METODOLOGÍA EMPLEADA**

En la etapa inicial de esta investigación se utilizó el método de análisis documental para revisar los planes de estudio D y E de la carrera Ingeniería Informática, lo que permitió establecer las principales diferencias

entre ellos en el tratamiento a los contenidos de Álgebra Lineal, esto constituyó punto de partida para la propuesta.

De igual forma se revisó la Resolución 2/2018 del MES, el programa de la disciplina Matemática Superior, el programa de la asignatura Matemática I, los registros de asistencia y evaluación de varios cursos, entre otros.

La observación pedagógica se aplicó mediante una guía elaborada al efecto en la etapa inicial y final de la investigación con el objetivo de obtener información sobre el aprendizaje de la referida asignatura sin y con el producto elaborado, en el primer año de la carrera Ingeniería Informática de la UNISS. También permitió valorar el comportamiento del empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la asignatura y la dinámica del trabajo independiente.

Para el diseño de la aplicación informática se utilizó la metodología Extreme Programming (XP), la que está compuesta por cuatro fases: planificación, diseño, implementación y prueba. Entre sus principales

artefactos se encuentran las historias de usuario, las tareas de ingeniería y las pruebas de aceptación.

Para el diseño de las interfaces se siguieron las tres reglas de oro propuesta por Pressman (como se citó en Iglesias, 2016) las que consisten en:

1. Dar el control al usuario.

- Definir los modos de interacción de manera que no obligue a que el usuario realice acciones innecesarias y no deseadas.
- Tener en consideración una interacción flexible.
- Diseñar la interacción directa con los objetos que aparecen en la pantalla.

2. Reducir la carga de memoria del usuario.

- Reducir la demanda de memoria a corto plazo.
- Establecer valores por defecto útiles.
- El formato visual de la interfaz se deberá basar en una metáfora del mundo real.

3. Construir interfaces consecuentes.

- Permitir que el usuario realice una tarea en el contexto adecuado.

- Mantener la consistencia en toda la familia de aplicaciones.

Durante la fase de implementación de la aplicación se tuvo entre las prioridades evitar la ocurrencia de errores indeseados, además se intencionó realizar la validación de la información gestionada de modo tal que la aplicación no permitiera a los usuarios entrar datos en un formato que no fuera válido.

Se elaboraron los mensajes de error para las operaciones que no pudieran realizarse siguiendo las directrices siguientes:

1. Escribir el mensaje en el lenguaje del usuario.
2. Explicar en el mensaje, cuál ha sido el error y cómo recuperarse.
3. No culpar al usuario del problema ocurrido.
4. Utilizar siempre el mismo color y la misma forma para lograr una consecuencia entre los errores y una detección casi intuitiva de los mismos.

La implementación de la aplicación se llevó a cabo en coordinación con el departamento de Informática de la UNISS y para ello se utilizó como

gestor de base de datos el SQLite y como lenguaje de programación, Java.

## RESULTADOS

Como resultado del trabajo desarrollado se obtuvo el Calculador de operaciones con matrices que, respondiendo a los requerimientos del usuario, facilita a los docentes introducir ejercicios para atender a la diversidad existente en el aula y a los estudiantes realizar dichos ejercicios y verificar los resultados. Su novedad radica en que, si estos no son correctos, indica dónde está el error, suministra explicaciones, ejemplos e información teórica y técnica, así

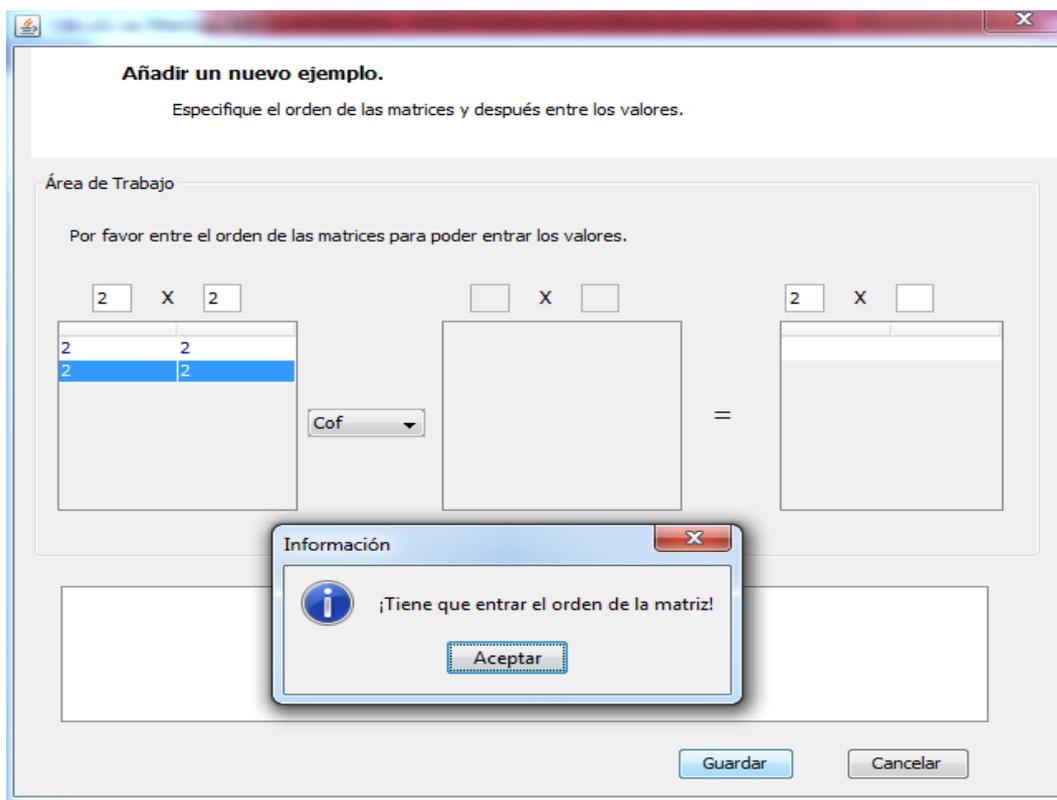
como niveles de ayuda que guían a los estudiantes en la búsqueda de la solución correcta y en el tránsito de un nivel de aprendizaje superior.

### Descripción del Calculador

El Calculador contempla tres roles para los usuarios: profesor, estudiante y administrador del sistema.

El profesor puede añadir ejemplos siempre que lo considere necesario. Como se muestra en la figura 1, para ello debe introducir, primeramente, el orden de las matrices que lo conforman. También puede modificar y eliminar los ejemplos ya introducidos.

Figura 1: Ventana para añadir un nuevo ejemplo

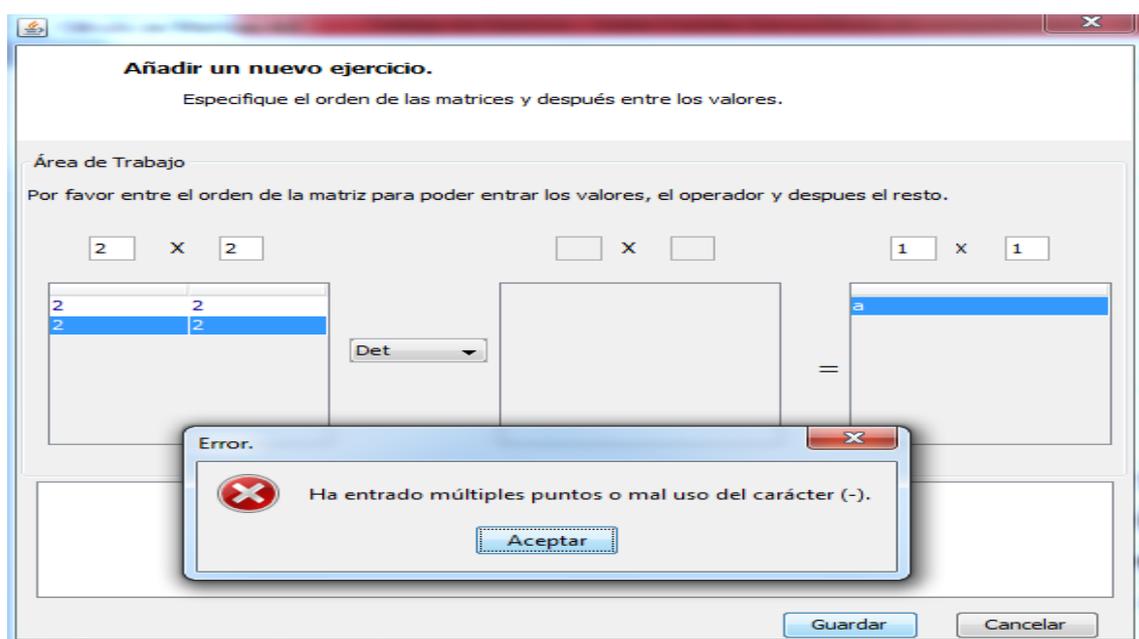


Fuente: elaboración propia (2020)

El profesor también puede añadir, modificar y/o eliminar ejercicios en el momento que desee.

La figura 2 muestra la ventana que permite hacerlo.

Figura 2: Ventana para añadir un nuevo ejercicio



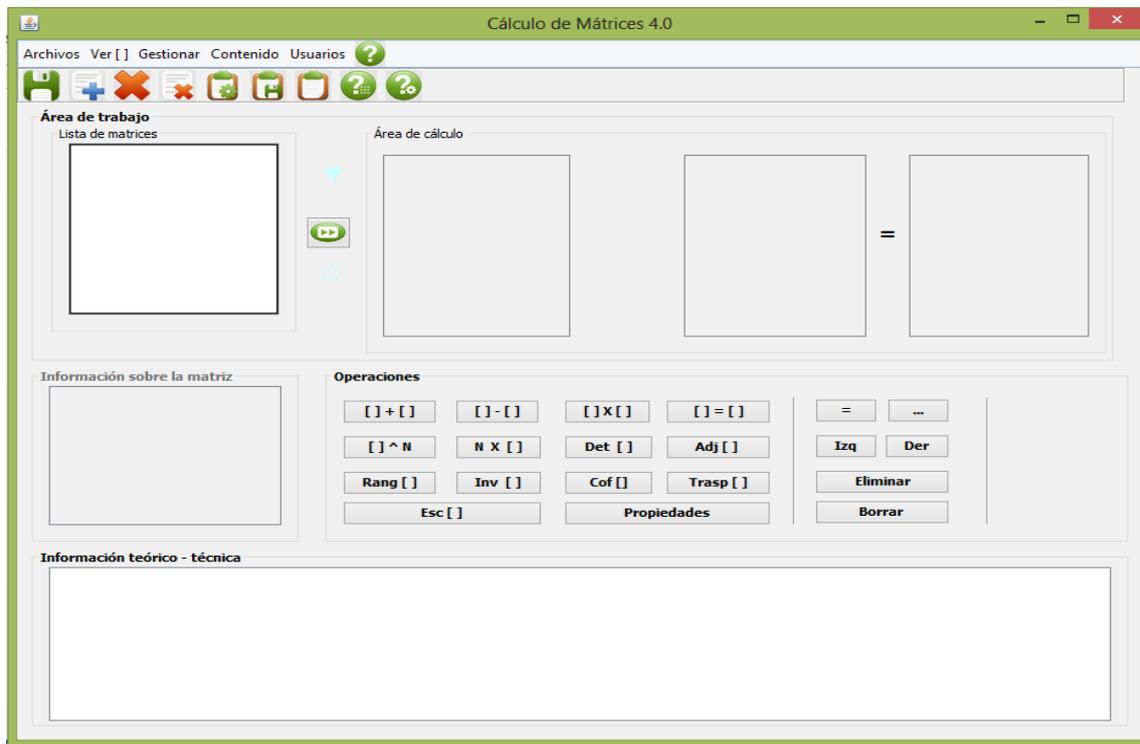
Fuente: elaboración propia (2020).

Por su parte, los estudiantes pueden gestionar matrices, realizar operaciones con matrices, resolver ejercicios, revisar ejemplos y gestionar ayuda.

Como se muestra en la figura 3, las operaciones con matrices que se pueden realizar son: la suma (figura 4), el producto de una matriz por un escalar, el producto entre matrices, determinar la igualdad entre matrices, la potencia de matrices, el cálculo de

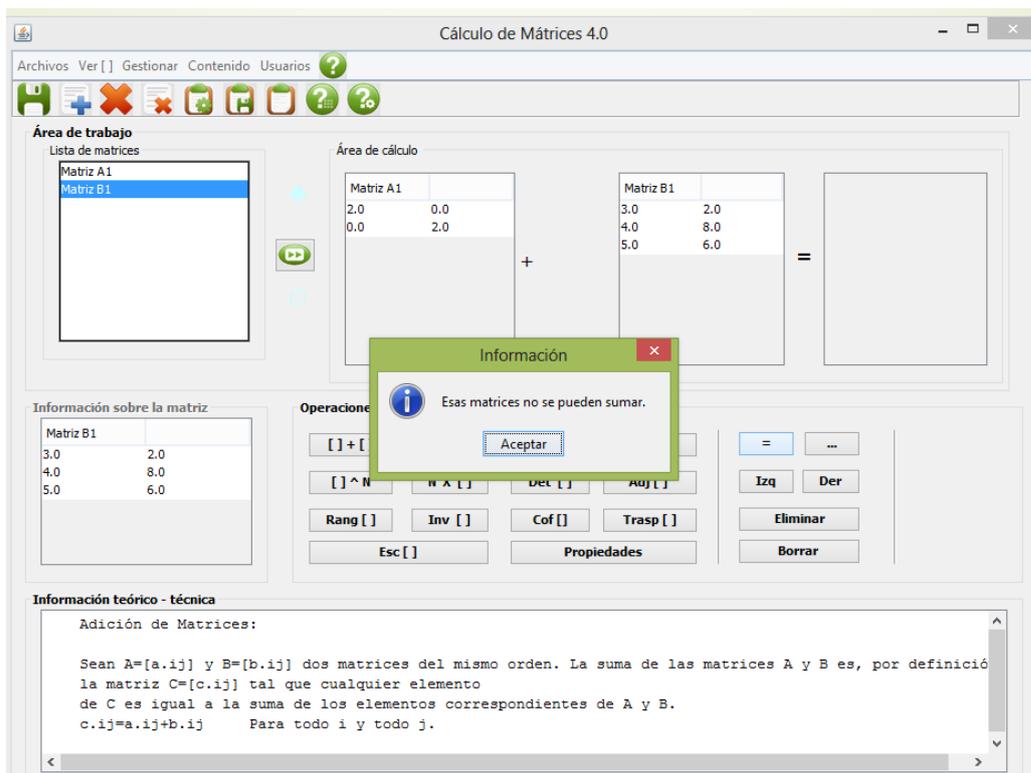
la matriz adjunta, la determinación del rango de una matriz, el cálculo de la matriz inversa, los cofactores, el cálculo de la matriz traspuesta y el cálculo del determinante de una matriz (figura 5).

Figura 3. Apariencia general del Calculador y operaciones con las matrices que permite realizar



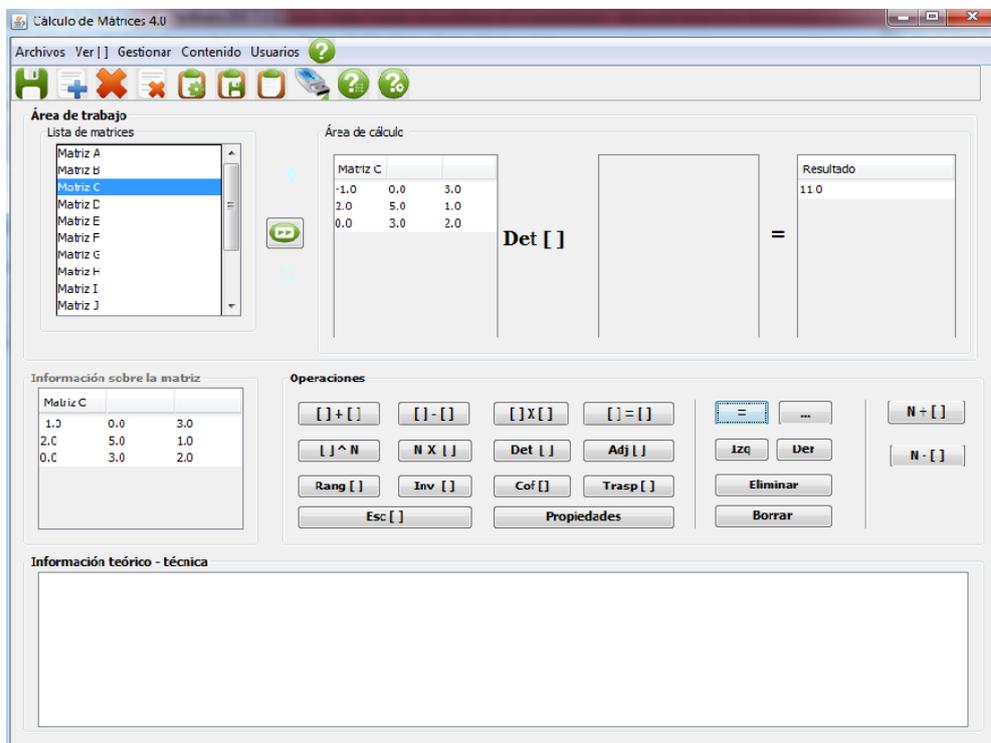
Fuente: elaboración propia (2020).

Figura 4. Ventana donde se calcula la suma de matrices



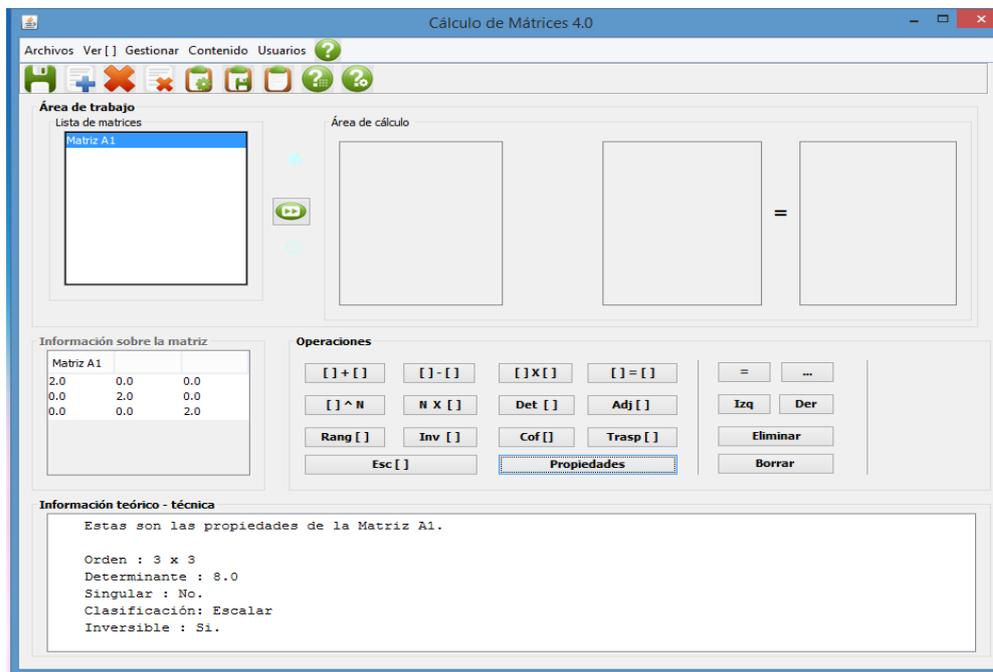
Fuente: elaboración propia (2020).

Figura 5. Proceso para hallar el determinante de una matriz



Fuente: elaboración propia (2020).

Figura 6. Ventana donde se muestran las propiedades de una matriz

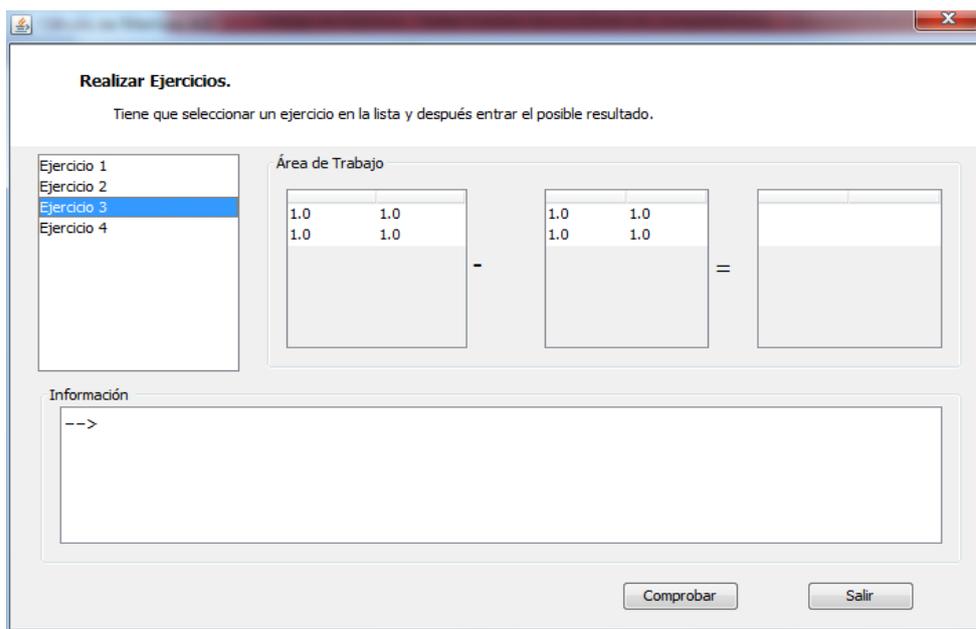


Fuente: elaboración propia (2020).

Como se aprecia en la Figura 6, las características de una matriz mediante las opciones “Propiedades” seleccionada por el usuario. del Calculador, es posible constatar

La figura 7 muestra la ventana que un ejercicio, de los ya introducidos por facilita a los estudiantes seleccionar el profesor y resolverlo.

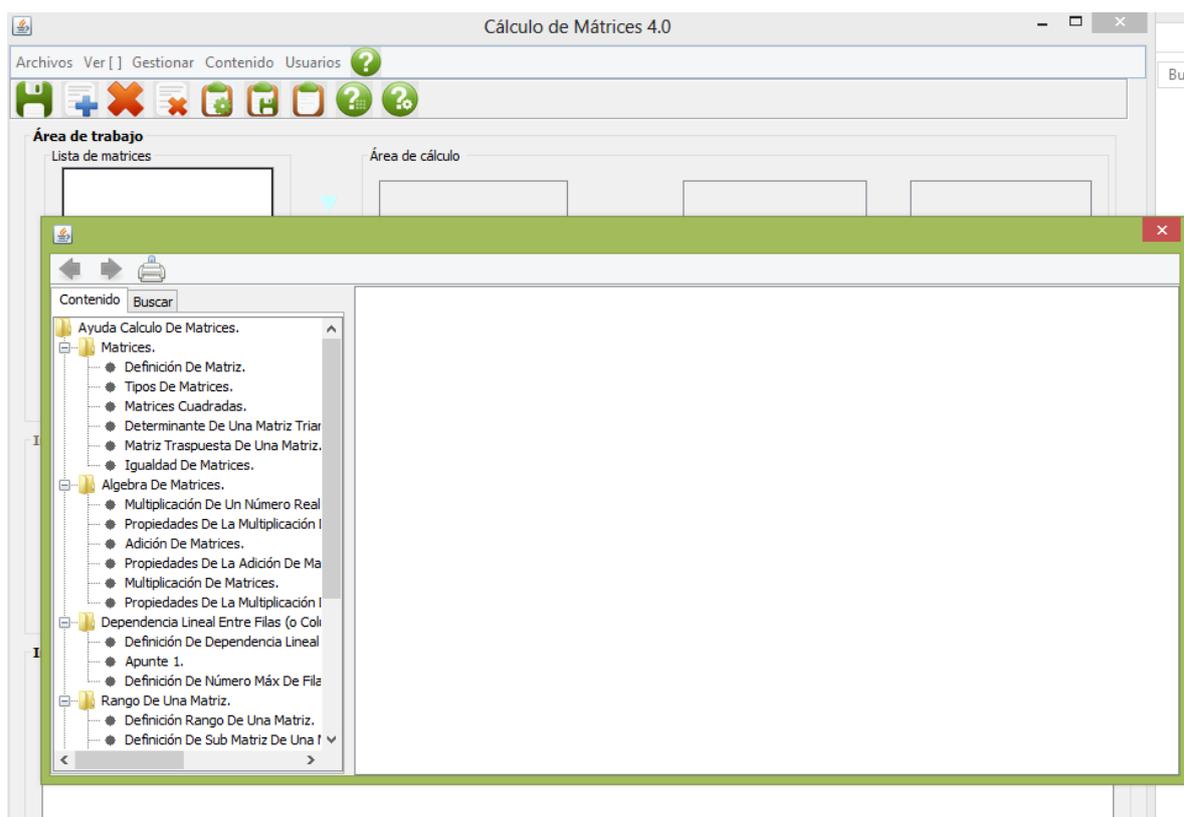
Figura 7: Ventana que permite realizar un nuevo ejercicio



Fuente: elaboración propia (2020).

La herramienta que se describe operaciones y de los resultados que también cuenta con una ayuda que se pueden obtener (figura 8). ofrece detalles de su manejo, de las

Figura 8: Ventana de Ayuda



Fuente: elaboración propia (2020).

## DISCUSIÓN

El producto resultante de la presente investigación puede ser empleado por el profesor dentro de la propia clase o fuera de esta, para apoyar los nuevos contenidos impartidos, los ejercicios realizados y los orientados en cada actividad teórica para sus correspondientes actividades prácticas.

Los roles desempeñados por el profesor, ante esta nueva herramienta son: planificar, indicar y controlar su

uso, además de, actualizar el producto en correspondencia con el diagnóstico individual y colectivo de los estudiantes, para perfeccionar el trabajo independiente de los alumnos de forma personalizada y contribuir a su aprendizaje.

Los estudiantes pueden emplearlo en correspondencia con sus necesidades, motivaciones e intereses, alternándolo con los demás materiales que cuenta el tema Álgebra Lineal.

El Calculador o herramienta informática descrita con anterioridad se ha utilizado en la carrera Ingeniería Informática durante dos cursos consecutivos. Al terminar el tema, la profesora ha pedido a los estudiantes los aspectos que consideran positivos, negativos e interesantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos correspondientes al Álgebra Lineal. De los criterios emitidos los más relevantes son los siguientes:

#### Positivos

- El uso de software como el Derive, el Geogebra y el Calculador.
- El Calculador resulta muy interesante, aunque pudiera mejorarse.
- Los software utilizados fueron muy útiles, especialmente el Calculador.
- Los software me sirvieron de mucho.

#### Negativos:

- Tiene que mejorar el software sobre sólidos.

#### Interesantes:

- La utilización de software elaborado por alumnos de años anteriores.

## CONCLUSIONES

Existen varias herramientas informáticas que se utilizan de manera tradicional para la solución de problemas matemáticos pero estos no siempre resultan suficientes para quienes aprenden y enseñan pues no satisfacen las necesidades de los estudiantes relacionadas con los niveles de ayuda para la solución de los ejercicios aplicando la teoría estudiada del tema.

El Calculador elaborado complementa las herramientas ya existentes y se centra en las necesidades propias de los estudiantes y docentes de la carrera Ingeniería Informática de la UNISS para perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal con alternativas informáticas en correspondencias con las necesidades educativas.

La aplicación del Calculador le permite al profesor incorporar ejercicios en un orden gradual y que los alumnos tengan niveles de ayuda para el proceso de enseñanza-

aprendizaje. A los estudiantes le resulta interesante al ofrecerles ventanas muy particulares del porqué de los errores y como resolverlos, por contar el software con una base de datos y dos ayudas. Una técnica y otra teórica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, R. (2016). *Universidad innovadora por un desarrollo humano sostenible: mirando al 2030*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.

Arias, M., Chagra, S., Pay, J. y Pinto, V. (2012). *Una reflexión de las prácticas educativas frente a la incorporación de las netbook en el aula de matemática: experiencia con GEOGEBRA Y DERIVE*. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar>

Atencio, D. (2013). *Uso de software libre en la enseñanza del Álgebra Lineal para ingenieros*. VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM, p. 7233). Montevideo,

Uruguay. Recuperado de <http://cibem.semur.edu.uy>

Borbón, A. (2003). Algunos usos de las calculadoras y la computadora para introducir el concepto de derivada. *Revista Matemática, educación e Internet*, 4, 1-10. Recuperado de: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/>

Coello, L., Perez, O. L., y Martín, Á. M. (2016). Uso de técnicas de minería de datos en la enseñanza del Álgebra Lineal. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 29, 1421-1427. Recuperado de <http://scholar.google.pt>

Delgado, Y., Durán, M., y Arza, L. (2012). Estrategia metodológica para desarrollar la interdisciplinariedad del Álgebra Lineal a través de las TIC. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 25, 1339-1348. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co>

- Dorier, J. (2000). *On the Teaching of Linear Algebra*. Kluwer Academic. *Revista Dialéctica*, 11(1), 78-105. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/>
- Hurman, A. (2007). *El papel de las aplicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal*. Recuperado de <http://www.cimm.ucr.ac.cr/eudoxus>
- Iglesias, L. (2016). *Aplicación Web para la gestión de los procesos en el departamento Dirección Docente Metodológica del vicerrectorado Formación del Profesional* (Tesis de pregrado). Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Cuba.
- Ministerio de Educación Superior (MES, 2017). *Plan de estudio E. Carrera Ingeniería Informática*. La Habana, Cuba: Autor.
- Noguera, E., Huérfano, Y. y Vera, M. (2015). Entorno virtual para la enseñanza del Álgebra Lineal en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora", Núcleo Santa Bárbara Estado Barinas.
- Ortega, P. (2002). Una estrategia didáctica para la enseñanza del álgebra lineal con el USO del sistema de cálculo algebraico DERIVE. *Revista Complutense de Educación*, 13 (2), 645-675. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Pedro, F. (2017). *Tecnologías para la transformación de la educación*. España: Fundación Santillana, Recuperado de <https://fundacionsantillana.com/historico>
- Sánchez, J. (2013). *Uso de las TICS (SCILAB Y WIRIS) y su influencia en el rendimiento en el Álgebra Lineal de los alumnos del primer nivel de ingeniería de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga* (Tesis de Maestría). Recuperado de <https://www.bibliotecasdelectuador.com/Record/Description>

- Uzuriaga, V., Arias, J. y Martínez, A. (2008). Diagnóstico y análisis de algunas causas que dificultan el aprendizaje del Álgebra Lineal en estudiantes de ingeniería. *Revista Scientia Et Technica*, XIV(39). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>
- Vergara, G., Avilez, A. y Romero, J. (2016). Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del Álgebra Lineal. *Matua Revista del Programa de Matemáticas*, III. Recuperado de <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/index.php/MATUA/articulo/view>
- Vargas, A., Pérez, O. L. y Fabián, Y. (2017). Actividades para la integración del Álgebra Lineal y la programación en el primer año en la carrera de Informática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 30, 1180-1189. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication>
- Vílchez, E. (2015). *VilGebra como recurso de enseñanza y aprendizaje del álgebra lineal*. XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Chiapas, México. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org>

Pedagogía y Sociedad publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

