

# SOFTMATRIX: SOFTWARE PARA EL TRABAJO CON MATRICES

## SOFTMATRIX: SOFTWARE FOR THE WORK WITH MATRIXES

---

### **Yamira Medel Viltres**

Máster en Ciencias,

Profesora Asistente, Universidad de Granma, (Cuba).

E-mail: [ymedelv@udg.co.cu](mailto:ymedelv@udg.co.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3485-7550>

### **Fidel Enrique Castro Dieguez**

Máster en Ciencias,

Profesor Asistente, Universidad de Granma, (Cuba).

E-mail: [fcastrod@udg.co.cu](mailto:fcastrod@udg.co.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5313-0787>

### **Agustín Alejandro Ortiz Díaz**

Doctor en Ciencias,

Profesor Titular, Universidad del estado de Santa Catarina, (Brasil).

E-mail: [agaldior@gmail.com](mailto:agaldior@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1133-9096>

### **Antonio Mustelier Hechavarría**

Máster en Ciencias,

Profesor Auxiliar, Universidad de Granma, (Cuba).

E-mail: [tonym@udg.co.cu](mailto:tonym@udg.co.cu) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3474-955X>

**Recepción:** 10/08/2019 **Aceptación:** 17/11/2019 **Publicación:** 29/06/2020

#### **Citación sugerida:**

Medel, Y., Castro, F. E., Ortiz, A. A., y Mustelier, A. (2020). SoftMatrix: Software para el trabajo con matrices. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 9(2), 83-117. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2020.92.83-117>

## RESUMEN

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación ha alcanzado mucho auge, su implementación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es crucial. Un diagnóstico efectuado a los software educativos que se utilizan en la carrera de Ingeniería Informática e investigaciones actuales, confirman que existen limitaciones en la aprehensión del contenido del trabajo con matrices en la asignatura de Álgebra Lineal en los estudiantes del primer año de la carrera. Para dar solución al problema planteado, los autores se proponen como objetivo desarrollar un sistema informático para el aprendizaje del trabajo con matrices en la asignatura Álgebra Lineal de la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de Granma. Como resultado se obtuvo un tutorial para el aprendizaje del trabajo con matrices y la visualización paso a paso de la solución de los ejercicios, sustentado en los referentes teóricos de la comunicación, del desarrollo de recursos para la enseñanza semipresencial y modular con un alto componente colaborativo. El software se desarrolló con tecnologías como HTML 5, CSS 3, JavaScript, Bootstrap, jQuery y NetBeans. Se utilizó como metodología de desarrollo de software Extreme Programming (XP) que es una metodología ágil. Después del análisis, se comprueba la utilidad y fiabilidad del software que se obtiene, contribuyendo a la formación profesional de los estudiantes de la carrera de ingeniería y a mejorar el aprendizaje del trabajo con matrices.

## PALABRAS CLAVE

Software Educativo, Ingeniería Informática, Matrices.

## ABSTRACT

*The use of Information Technologies and the Communications in education has caught up with a lot of prosperity, his implementation in the process of teaching learning is crucial. A diagnosis made to the educational software used in the Informatics Engineering career and present-day investigations confirm that there are limitations in the apprehension by the first year students of the contents on the work with matrixes in the subject Linear Algebra. In order to give a solution to the presented problem, the authors set for themselves as objective develop an information system for the learning of the work with matrixes in the subject Linear Algebra in the of Informatics Engineering career in University of Granma. As a result a software for the learning of the work with matrixes and the step by step visualization of the solution of exercises was developed. The software is based in the theoretical referents of communication and the development with resources for the blended learning and modular teaching with a high collaborative component. It was developed with such technologies as HTML 5, CSS 3, JavaScript, Bootstrap, jQuery and NetBeans. Extreme Programming (XP), which is an agile methodology, was used as a methodology of development of software. After analysis, usefulness and reliability of the software obtained are checked, which contributes to the technical training of the students in the career of engineering and to the improvement of the learning of the work with matrixes.*

## KEYWORDS

*Educational Software, Informatics Engineering, Matrixes.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento de las computadoras éstas se han presentado como un elemento útil y necesario de la vida cotidiana, su utilización es fácilmente observable en profesiones tan diversas como la medicina, la educación, la ingeniería, la arquitectura, la administración, o en sectores como el gobierno, la industria, la banca o el comercio, lo cual se debe a que estos novedosos artículos tienen como virtud principal procesar con mucha facilidad y a gran velocidad enormes volúmenes de información.

La educación es uno de los campos donde han incursionado positivamente las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC), elemento clave en la construcción de la sociedad basada en la información, el conocimiento y el aprendizaje.

La integración de las TIC en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) crea ambientes innovadores de aprendizaje, lo que permite el desarrollo de modelos y metodologías didácticas, de prototipos, materiales didácticos y la formación de comunidades académicas. Lo antes expuesto provoca la modernización de la práctica docente y la creación de ambientes virtuales de aprendizaje; elevando así el trabajo colaborativo. “De ahí que solo con la tecnología no basta, es importante adiestrar a los docentes para que después ellos propongan y desarrollen nuevas estrategias didácticas, cambiando su rol, para así incorporar plenamente y con ventajas las TIC” (Núñez, 1999).

En Cuba se han desarrollado varios software para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje de muchas materias (Piñeiro, 2004), pero quedan algunas como el Álgebra Lineal, que, aunque cuenta con buenos software, estos no cumplen con todas las expectativas, pues se limitan solo a mostrar el resultado de las operaciones y no así los pasos que se siguen en cada una de ellas.

La carrera de Ingeniería Informática de cualquier Universidad en Cuba tiene el propósito de formar profesionales con habilidades acorde a las necesidades productivas requeridas, con diversidad de perfiles, amplia flexibilidad curricular y alto nivel de creatividad; pues son el soporte de la informatización de la sociedad.

Durante la carrera el estudiante recibe una serie de materias esenciales que contribuyen al desarrollo de las habilidades básicas que todo profesional de estos tiempos debe tener, para estar acorde con lo que demanda la sociedad actual. En el primer año de la carrera, los estudiantes reciben un conjunto de asignaturas fundamentales que sientan las bases en el ciclo de formación del futuro profesional, entre las que se encuentra el Álgebra Lineal.

Desde el comienzo de la carrera se imparte la asignatura y forma parte del ciclo básico. Durante los cursos que se ha impartido, ha sufrido disímiles cambios en los temas que dentro de ella se imparten, al constatar la carencia en las habilidades y conocimientos que el estudiante debería tener al culminar el año.

Se detectaron algunas insuficiencias por parte de los estudiantes en determinados temas y específicamente en sistemas de ecuaciones lineales y matrices. En un estudio exploratorio realizado a una muestra de los estudiantes de la carrera en el tema de sistemas de ecuaciones lineales y matrices de la asignatura, se pudo observar que los alumnos tenían limitaciones en:

- Efectuar operaciones con matrices (suma, resta, multiplicación y multiplicación de un escalar por una matriz).
- Resolver sistemas de ecuaciones lineales utilizando la matriz ampliada del sistema y el procedimiento de eliminación de Gauss (estrategia de pivote elemental o parcial).
- Hallar la matriz escalón.
- Calcular el determinante mediante métodos exactos y métodos numéricos.
- Determinar la matriz traspuesta de una matriz.
- Cálculo de la matriz inversa.

Esto se debe a que no dominan el contenido impartido y a la falta de una herramienta que les permitiera visualizar paso a paso la resolución de estas operaciones.

Por todo lo expuesto anteriormente se propuso como objetivo general: desarrollar un sistema informático para el aprendizaje del trabajo con matrices de la asignatura Álgebra Lineal en la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Granma.

En los apartados siguientes se expondrá una valoración de algunas aplicaciones matemáticas que existen en la actualidad y cuáles son las características del software que se propone que lo hacen tener aspectos innovadores en el área que se estudia: debido a que es una herramienta flexible, capaz de resolver cálculos, visualizarlos paso a paso y le permite tanto al estudiante como al profesor realizar evaluaciones en el mismo software que son configurables y donde el estudiante podrá retroalimentarse de los errores cometidos.

En este artículo se describen herramientas y lenguajes que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la aplicación, además se expondrán algunos ejemplos de cómo trabajar con el software.

## 2. MARCO TEÓRICO

El álgebra lineal es una rama de las matemáticas modernas que juega un papel central debido a que se encarga del estudio de conceptos tales como vectores, matrices, sistemas de ecuaciones lineales, espacios vectoriales y transformaciones lineales. En ella, los conceptos son tan importantes como los cálculos, por lo que se convierte en un curso adecuado para introducir el pensamiento abstracto, debido a que una gran parte de su campo tiene una interpretación geométrica, que puede ayudar precisamente a visualizar esos conceptos.

Hoy en día el Álgebra Lineal está presente en numerosos estudios universitarios, debido fundamentalmente al aumento general de las aplicaciones Matemáticas en áreas que por tradición no son de tipo técnico y por las aplicaciones originadas por la aparición de los computadores de alta velocidad. Esta influencia en otros campos de estudio ha obligado a que sea una de las materias presente en los programas de numerosos estudios universitarios.

## 2.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA ÁLGEBRA LINEAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Desde el curso 2003-2004 que abriera sus puertas la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de Granma, dentro de su plan de estudio estuvo contemplada la asignatura Álgebra Lineal perteneciente a la disciplina de Matemática. El objetivo de la disciplina de Matemática siempre ha sido el mismo: desarrollar las capacidades intelectuales para la modelación y creación de algoritmos, así como la formación computacional; además de que el estudiante se apropie de una serie de conocimientos y habilidades que deben tener una vez terminado el ciclo básico de la carrera, los cuales le servirán para asignaturas del ciclo profesional y en su desempeño en la actividad productiva.

Para realizar el análisis histórico tendencial de la asignatura Álgebra Lineal, los autores tienen en cuenta tres indicadores fundamentales, los cuales serán analizados por etapas respectivamente.

### **Etapas 2003-2008:**

Indicador: coherencia sistémica del contenido de la asignatura.

- Limitaciones en la integración de los contenidos de la asignatura.
- En poco se consideran los problemas de la profesión al modelar los contenidos, ejercicios, evaluaciones y problemas didácticos de la asignatura.
- Existe una carencia existencial de software educativo para la asignatura.

La característica principal de la etapa anterior son las limitaciones en el carácter sistémico y en la lógica de los contenidos de la asignatura de Álgebra Lineal.

### **Etapas 2008-2013:**

Indicador: vínculos de los contenidos de la asignatura con los problemas de la profesión.

- Aunque mejora la lógica de integración entre los contenidos aún persisten ligeras secuenciación de estos.
- Persisten limitaciones en la problematización del contenido de la asignatura con arreglo a los problemas de la profesión.
- Se revelan las intenciones de insertar y diseñar Software Educativo para la asignatura, política que queda en condición de proyecto sin concretar su realización, aunque los docentes comienzan a profundizar en la cultura en torno al tema.

Se revela como síntesis, en la etapa anterior, las deficiencias en la contextualización del contenido de Álgebra Lineal al perfil del profesional en formación.

#### **Etapas 2013-2017:**

Indicador: pertinencia y estructura de los software educativos en la solución del problema didáctico.

- El trabajo metodológico realizado hace que la coherencia del contenido transite a niveles superiores de calidad, lo que se refleja en el diseño curricular y en las prácticas docentes de la asignatura.
- Se comienzan a revelar evidencias entre los problemas de la profesión y los problemas modelados desde el contenido de la asignatura.
- Se emplean aplicaciones de propósito específico de la Matemática como ciencia, que hace que sus contenidos sean generales con respecto al programa de la asignatura y su orden guarda poca relación con la lógica de las habilidades de la ciencia.

Se muestra como aspecto generalizador de este estudio, que existe una tendencia al perfeccionamiento de los medios didácticos empleados en la asignatura Álgebra Lineal, la cual está caracterizada por la inclusión de las TIC, aunque prevalece el carácter asistémico de estos.



## 2.2. SISTEMAS INFORMÁTICOS SIMILARES

En el mundo existen muchas herramientas que son muy potentes en el trabajo con matrices, entre ellos encontramos MATLAB, MATHEMATICA, WIRIS, CALC 3D PROF, WINMAT, entre los más reconocidos (Morales *et al.*, 2013).

Las herramientas antes mencionadas sin dudas son muy buenas, aunque desde el punto de vista formativo tienen un inconveniente; estas herramientas sirven, casi exclusivamente para proporcionar resultados, los datos son introducidos y el ordenador muestra solamente la respuesta. Lo que significa, que el nivel de interactividad con el usuario en su proceso de aprendizaje es bajo, debido a que el estudiante no puede visualizar paso a paso el desarrollo de las operaciones que se realizaron. Además estas herramientas solo pueden ser utilizadas desde un ordenador, no permiten que puedan ser utilizadas con otro tipo de dispositivo.

El tiempo de respuesta de estas aplicaciones para realizar las operaciones matriciales es excelente con soluciones muy exactas; todo esto resulta muy útil para procesos de ingeniería; es decir, situaciones reales para apoyar a especialistas en estos temas, pero para un estudiante esto resulta insuficiente ya que necesitan herramientas que le permitan comprender y visualizar todo el proceso para desarrollar habilidades en el trabajo con matrices.

Luego del estudio de estas herramientas fueron identificadas una serie de funcionalidades que son comunes en varias de estas aplicaciones y que fueron implementadas en el sistema que se desarrolló, como por ejemplo: visualización de algunas operaciones, la estructuración del contenido y el diseño de las principales operaciones básicas.

## 2.3. LENGUAJES Y HERRAMIENTAS

### HTML 5

HTML es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable, con enlaces que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas y con inserciones multimedia (gráficos, sonido) (LaGrone, 2013).

### CSS 3

La razón por la cual se utilizará CSS 3 es porque ofrece una gran variedad de opciones muy importantes para las necesidades del diseño web actual. Desde opciones de sombreado y redondeado, hasta funciones avanzadas de movimiento y transformación, lo que hace necesaria su utilización.

### JavaScript

Las necesidades de las aplicaciones webs modernas y el HTML 5 han provocado que el uso de JavaScript haya llegado a unos niveles de complejidad y prestaciones tan grandes como otros lenguajes de primer nivel (Addy, 2010).

La selección de HTML 5, CSS 3 y JavaScript como lenguajes del lado del cliente para esta investigación es por la gran variedad de opciones y ventajas que ofrecen en la actualidad para los diseños web. Además de constituir la base de los *frameworks* que se utilizaron para el desarrollo de la aplicación.

Como *framework* se utilizaron **Bootstrap 3.0** que tiene como objetivo facilitar el diseño web. Permite crear de forma sencilla webs de diseño adaptable, es decir, que se ajusten a cualquier dispositivo y tamaño de pantalla y que se visualicen de forma correcta. **jQuery**: para el lenguaje JavaScript, que permite simplificar la programación en este lenguaje. Implementa una serie de clases que permiten programar sin preocuparse del navegador con el que el usuario está visualizando la página, ya que funcionan igual en todas las plataformas más habituales (Mestras, 2011). **Validar 1.0** es una librería para la validación de datos de formularios del lado del cliente. Basa su soporte en los lenguajes HTML

5, CSS 3 y JavaScript. Creando validaciones rápidas, dinámicas y editables con JSON (JavaScript Object Notation).

## 2.4. SOFTWARE EDUCATIVO

En la actualidad existen diversas definiciones de software educativo a las que se han arribado luego de múltiples trabajos de investigación desarrollados a lo largo del tiempo. Marqués (1999) define el concepto genérico de Software Educativo como cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar. Un concepto más restringido de Software Educativo lo define como aquel material de aprendizaje especialmente diseñado para ser utilizado con una computadora en los procesos de enseñar y aprender. Es un programa o aplicación realizada con la finalidad de ser utilizados como facilitadores del proceso de enseñanza.

Dentro de sus características generales, podemos encontrar que:

Utilizan el computador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.

Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo de cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.

Reduce el tiempo de que se dispone para impartir gran cantidad de conocimientos, facilitando un trabajo diferenciado, introduciendo al estudiante en el trabajo con los medios computarizados.

### **Clasificación del software educativo propuesto**

Se propone en este artículo un Software Educativo que tiene la siguiente tipología, pretende facilitar el aprendizaje de conceptos, procedimientos y/o actitudes, que permita promover la comprensión, la interpretación, la comparación y el análisis; basado en la resolución de ejercicios, como medio de expresión para la creación, además de que se utilice para entrenar, instruir, informar, motivar, explorar,

experimentar, evaluar y entretener; centrado en el aprendizaje y en los estudiantes. El software propuesto se clasifica como un tutorial evaluador.

La clasificación está sustentada porque el software desarrollado presenta la siguiente estructura:

- Introducción.
- Presentación de la información.
- Formulación de preguntas.
- Respuestas.
- Evaluación de respuestas.
- Retroalimentación.

### 3. DISEÑO Y METODOLOGÍA

En este epígrafe se expondrán los principales elementos que se tuvieron en cuenta para el diseño de la aplicación, el algoritmo implementado para llevar a cabo el proceso de visualización de las operaciones y se describirán algunas de las operaciones con matrices utilizando la aplicación que se propone.

Este sistema fue diseñado, para facilitar el aprendizaje del trabajo con matrices de forma dinámica y agradable al usuario. Para lograrlo se emplearon algunos principios y estándares de diseño visual en las páginas web que lo conforman. La aplicación presenta un diseño simple y sencillo. Los colores que se utilizaron fueron el blanco, azul y gris principalmente.

Para la construcción del sistema se tomaron en cuenta algunas reglas para el diseño: un header o banner, donde se muestra el logo de la aplicación, un menú en la parte izquierda donde se encuentran las diferentes opciones que permiten realizar las operaciones con matrices. En la parte derecha se encuentra la sección del contenido donde se muestra la información de las matrices y sus operaciones, en la parte superior de esta sección se encuentran el área para la visualización del encabezado y las migas de pan.

Kent Beck expresó que el diseño adecuado para el software es aquel que: supera con éxito todas las pruebas, no tiene lógica duplicada, refleja claramente la intención de implementación de los programadores y tiene el menor número posible de clases y métodos (Letelier y Penadés, 2006).

A continuación, se muestra cómo se manifiestan los elementos del diseño (ver Figura 1):

1. Menú principal.
2. Logo del sistema.
3. Encabezado del sistema.
4. Área de visualización del contenido.

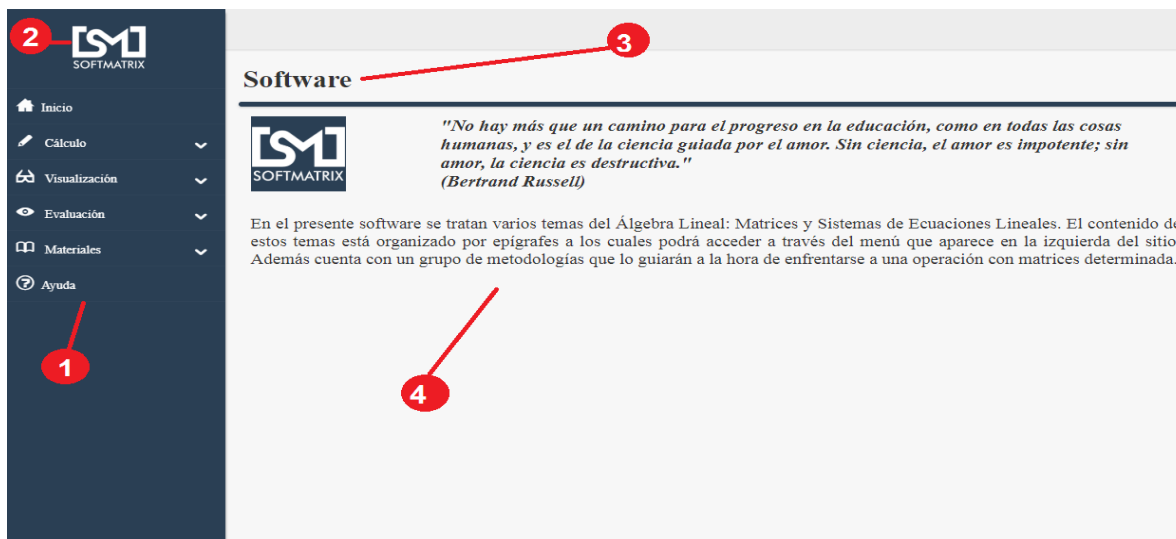


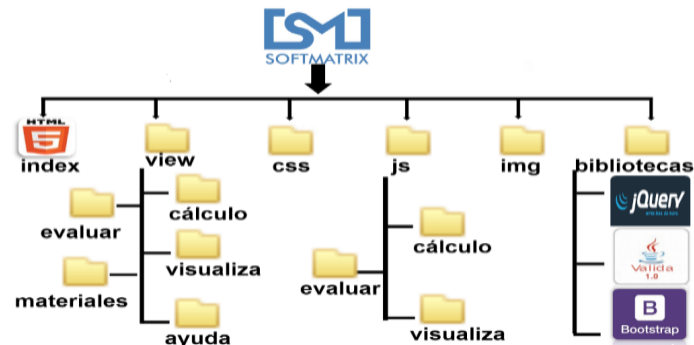
Figura 1. Ejemplo de la página Inicio del sistema. Fuente: elaboración propia.

## Arquitectura

Existen muchas definiciones de la arquitectura de software. En este trabajo se asume la siguiente definición: “la arquitectura de software es una descripción de los subsistemas y componentes de un sistema de software y las relaciones entre ellos” (Buschmann *et al.*, 1996).

Para lograr una mejor organización, diseño e implementación del software se obtuvo la siguiente arquitectura del sistema (ver Figura 2):

El software está compuesto por 5 directorios principales view, css, js, img, bibliotecas y un archivo HTML de nombre index. Dentro del directorio view se encuentran los subdirectorios cálculo, evaluar, visualiza y materiales donde están todos los ficheros HTML de la aplicación y además el subdirectorio ayuda que como su nombre lo indica, aquí se encuentra la ayuda del sistema. En el directorio css se encuentran todas las hojas de estilo de la aplicación. En el directorio js se encuentran 3 subdirectorios cálculo, evaluar y visualiza donde están todos los ficheros JavaScript de las operaciones que se realizan. En img se encuentran todas las imágenes que se utilizan para el desarrollo de la aplicación y en bibliotecas se encuentran todos los frameworks, librerías o plugins que se usan para el desarrollo del sistema.



**Figura 2.** Arquitectura del sistema. **Fuente:** elaboración propia.

## Algoritmo para la visualización paso a paso de las operaciones con matrices

En la presente investigación es de mucha importancia la visualización paso a paso de las operaciones con matrices. Para realizar este proceso se hizo necesario diseñar e implementar un algoritmo que permitiera realizar la visualización de las operaciones, donde cada una tiene sus propias particularidades. A continuación se muestra el algoritmo que permite la visualización paso a paso de la suma de matrices.

---

**Datos:** *ii*, iteraciones, total, altura1, altura2, altura3, element1, element2, element3

**Resultados:** Visualización de la suma de matrices

```

1 cantidad= n * m;
2 matrizA = Array();
3 matrizB = Array();
4 matrizR = Array();
5 for (i = 0, i < total, i++) do
6   matrizA[i] = ElementMatrizA[i].id;
7   matrizB[i] = ElementMatrizB[i].id;
8   matrizR[i] = ElementMatrizR[i].id;
9 if iteraciones < cantidad then
10  if ii == 0 then
11    matrizA[(matrizA.length) - 1].css(top, 0px);
12    matrizB[(matrizB.length) - 1].css(top, 0px);
13    matrizR[(matrizR.length) - 1].css(top, 0px);
14  else
15    matrizA[ii - 1].css(top, 0px);
16    matrizB[ii - 1].css(top, 0px);
17    matrizR[ii - 1].css(top, 0px);
18  altura1 = calcularDistanciaTop(element1, matrizA[ii]);
19  altura2 = calcularDistanciaTop(element2, matrizB[ii]);
20  altura3 = calcularDistanciaTop(element3, matrizR[ii]);
21  matrizA[ii].css(top, altura1 + px);
22  matrizB[ii].css(top, altura2 + px);
23  matrizR[ii].css(top, altura3 + px);
24  iteraciones++;
25  Agregar();
26  Iterar();
27 else
28  matrizA[(matrizA.length) - 1].css(top, 0px);
29  matrizB[(matrizB.length) - 1].css(top, 0px);
30  matrizR[(matrizR.length) - 1].css(top, 0px);
31  ii = 0;

```

---

**Figura 3.** Visualización paso a paso de la suma de matrices. **Fuente:** elaboración propia.

### 3.1. PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN

El software final es una aplicación web que les permitirá a los estudiantes realizar distintas operaciones con matrices, pero además le visualizará paso a paso como realizarlas, que condiciones debe de cumplir una o las matrices para que se realicen las mismas y podrán realizar evaluaciones de diferentes operaciones que le permitirá al estudiante y al profesor una retroalimentación del contenido. El estudiante podrá contar con una aplicación móvil (apk) para sistemas operativos como Android que le permita el trabajo con matrices.

Entre las operaciones que realiza el software se encuentran:

- Suma.
- Resta.
- Multiplicación de dos matrices.
- Multiplicación de una matriz por un escalar.
- Cálculo del determinante.
- Escalonar una matriz mediante el método de Gauss (estrategia de pivote elemental o parcial).
- Traspuesta de una matriz.
- Hallar la inversa de una matriz.
- **Visualización paso a paso de las siguientes operaciones con matrices:**
  - Suma
  - Resta
  - Multiplicación de matrices
  - Multiplicación por un escalar
  - Traspuesta



- Matriz escalón
- **Evaluación de las siguientes operaciones con matrices:**
  - Suma
  - Resta
  - Multiplicación de matrices
  - Multiplicación por un escalar
  - Traspuesta

Por la extensión del artículo solo se explicarán aquellas operaciones que aparecen resaltadas anteriormente.

### **Visualización paso a paso de la operación multiplicación de matrices**


Se explicará el proceso de lo que ocurre cuando el estudiante desea interactuar con la opción Visualización del menú (ver Figuras 4 a la 15):

1. La operación que se visualizará es cuando el usuario da clic en Multiplicación de matrices.



**Figura 4.** Opción del menú de visualización paso a paso "Multiplicación de Matrices". **Fuente:** elaboración propia.

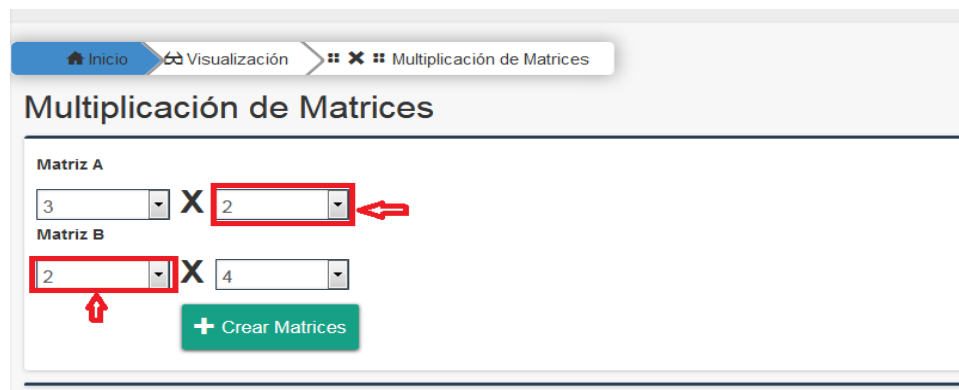
- Una vez que se da clic en esta opción aparece en el área de visualización que se encuentra en la parte derecha del software, la interfaz principal para llevar a cabo la operación de la Multiplicación de dos matrices.



The screenshot shows a web interface titled "Multiplicación de Matrices". At the top, there is a navigation bar with "Inicio", "Visualización", and "Multiplicación de Matrices". Below the title, there are two sections for matrix dimensions. "Matriz A" has a dropdown menu set to "3" and a text input field containing "2". "Matriz B" has a dropdown menu set to "2" and a text input field containing "4". A green button labeled "+ Crear Matrices" is positioned below the input fields.

**Figura 5.** Área de visualización de "Multiplicación de Matrices". **Fuente:** elaboración propia.

- Una vez que el estudiante se encuentra en esta pantalla se pasa a seleccionar el número de filas y columnas que tendrán las dos matrices que se desean multiplicar.



This screenshot is similar to Figure 5 but highlights the input fields for matrix dimensions with red boxes and arrows. The dropdown menu for "Matriz A" (value 3) and the text input field for "Matriz A" (value 2) are both boxed in red, with a red arrow pointing to the text input. Similarly, the text input field for "Matriz B" (value 2) is boxed in red, with a red arrow pointing to it from below. The dropdown menu for "Matriz B" (value 4) is also boxed in red. The "+ Crear Matrices" button remains visible at the bottom.

**Figura 6.** Selección de las dimensiones de las matrices a multiplicar. **Fuente:** elaboración propia.

4. Cuando se seleccionan el número de filas y columnas de las matrices, El estudiante deberá tener en cuenta que para multiplicar dos matrices el número de filas de la matriz A debe ser igual al número de filas de la matriz B, luego dará clic en el botón “crear matrices”.

The screenshot shows a web interface titled "Multiplicación de Matrices". At the top, there is a navigation bar with "Inicio", "Visualización", and "Multiplicación de Matrices". Below the title, there are two sections: "Matriz A" and "Matriz B". Under "Matriz A", there are two dropdown menus with values "3" and "2" separated by a multiplication symbol "X". Under "Matriz B", there are two dropdown menus with values "2" and "4" separated by a multiplication symbol "X". Below these inputs is a red button with a white plus sign and the text "Crear Matrices". A red arrow points to this button from the right.

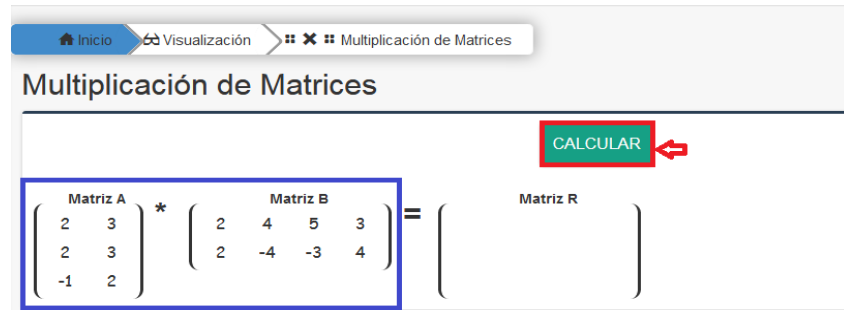
**Figura 7.** Botón para crear las matrices a multiplicar. **Fuente:** elaboración propia.

5. Si cumple la condición para multiplicar las dos matrices, se le visualiza al estudiante las matrices **A** y **B** las cuales se deberán llenar con los valores que se desean multiplicar.

The screenshot shows the same web interface as Figure 7, but now it displays the matrices to be multiplied. On the left, "Matriz A" is shown as a 2x2 matrix:  $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$ . This is followed by a multiplication symbol "\*" and "Matriz B", which is a 2x4 matrix:  $\begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 & 3 \\ 2 & -4 & -3 & 4 \end{pmatrix}$ . To the right of the matrices is an equals sign "=" and "Matriz R", which is an empty 2x4 matrix:  $\begin{pmatrix} & & & \\ & & & \end{pmatrix}$ . Above the matrix display is a green button with the text "CALCULAR".

**Figura 8.** Área de visualización de las matrices a multiplicar. **Fuente:** elaboración propia.

6. Luego de que se introducen todos los datos en la matriz **A** y **B**, se debe dar clic en el botón **Calcular**.



**Figura 9.** Botón para realizar la operación de multiplicación de matrices. **Fuente:** elaboración propia.

7. Cuando se da clic en este botón el sistema se encarga de multiplicar las dos matrices **A** y **B**, y de mostrar el resultado en la matriz **R**.



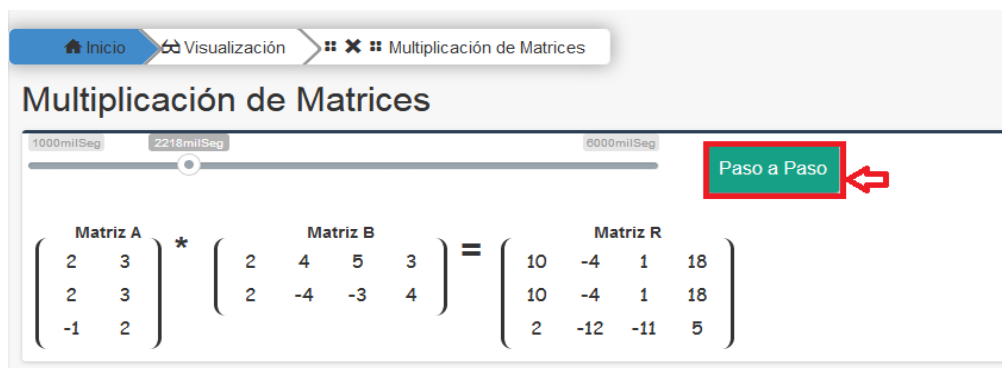
**Figura 10.** Resultado final de la multiplicación de matrices. **Fuente:** elaboración propia.

8. Luego aparecerá en la parte superior de la pantalla una barra de tiempo con valores en milisegundos, lo que es el equivalente al tiempo desde 1 segundo hasta 6 segundos, el valor que seleccione el estudiante es el tiempo que usará el sistema para visualizar, paso a paso, el resultado de la multiplicación.



**Figura 11.** Barra de selección de la velocidad de visualización paso a paso de la operación. **Fuente:** elaboración propia.

- Una vez seleccionado el valor del tiempo, se dará clic en el botón “paso a paso”, momento en el cual comenzará el proceso de visualización paso a paso.



**Figura 12.** Botón para comenzar el proceso de visualización paso a paso de la multiplicación. **Fuente:** elaboración propia.

Inicio Visualización Multiplicación de Matrices

### Multiplicación de Matrices

$$(2 * 2) + (3 * 2) = 10$$

Matriz A \* Matriz B = Matriz R

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ -4 & -3 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 18 \\ 10 & -4 & 1 & 18 \\ 2 & -12 & -11 & 5 \end{pmatrix}$$

**Figura 13.** Inicio del proceso de visualización paso a paso de la multiplicación de matrices. **Fuente:** elaboración propia.

Inicio Visualización Multiplicación de Matrices

### Multiplicación de Matrices

$$(-1 * 3) + (2 * 4) = 5$$

Matriz A \* Matriz B = Matriz R

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 & 3 \\ 2 & -4 & -3 & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & -4 & 1 & 18 \\ 10 & -4 & 1 & 18 \\ 2 & -12 & -11 & 5 \end{pmatrix}$$

**Figura 14.** Final del proceso de visualización paso a paso de la multiplicación de matrices. **Fuente:** elaboración propia.

Cuando concluye el proceso de visualización paso a paso el estudiante tendrá la oportunidad de modificar los valores de las matrices y volver a realizar de nuevo todo el proceso anterior.

Inicio Visualización Multiplicación de Matrices

### Multiplicación de Matrices

CALCULAR

Matriz A \* Matriz B = Matriz R

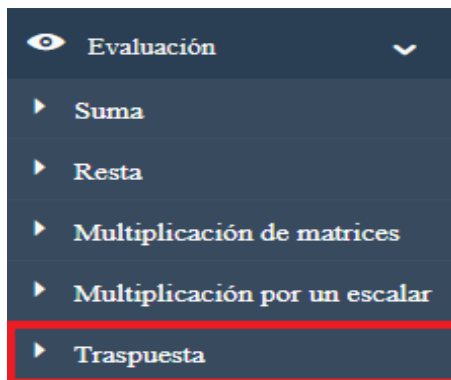
$$\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 & 3 \\ 2 & -4 & -3 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 & -4 & 1 & 18 \\ 10 & -4 & 1 & 18 \\ 2 & -12 & -11 & 5 \end{pmatrix}$$

**Figura 15.** Repetir de nuevo el proceso de visualización paso a paso de la multiplicación. **Fuente:** elaboración propia.

## Evaluación de la operación Traspuesta de una matriz

A continuación, se explicará el proceso de lo que ocurre cuando el estudiante o el profesor desean interactuar con la opción “Evaluación” del menú (ver Figuras 16 a la 25):

1. La operación que se evaluará es cuando el usuario da clic en la opción “Traspuesta”.

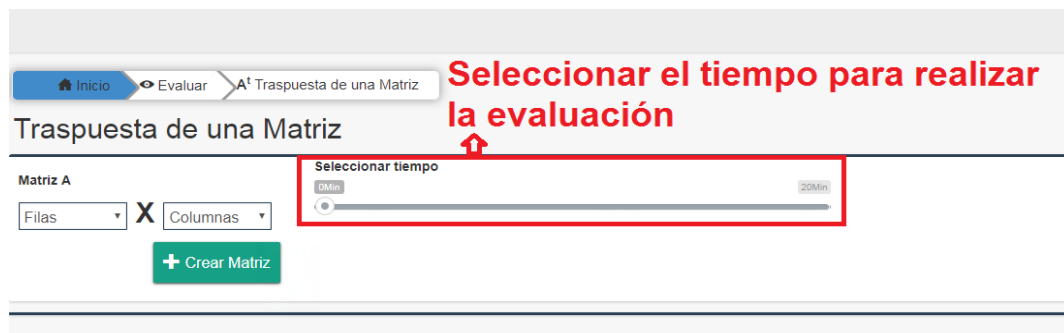


**Figura 16.** Opción del menú Evaluación y la operación Traspuesta. **Fuente:** elaboración propia.



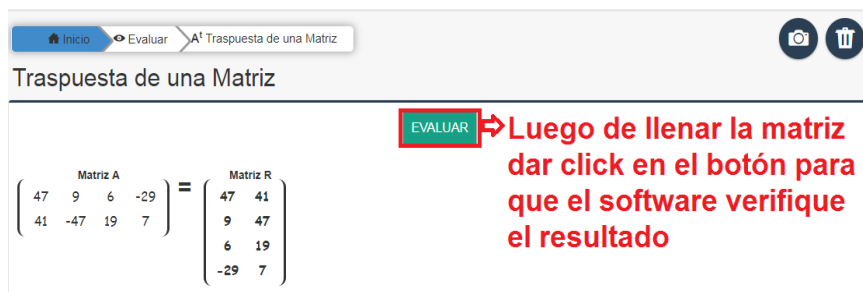
**Figura 17.** Área de selección de las opciones de Evaluación para la operación Traspuesta. **Fuente:** elaboración propia.

2. Una vez que se da clic en esta opción aparece la interfaz principal para llevar a cabo la operación de evaluación de la Traspuesta, en esta pantalla el estudiante podrá seleccionar el tiempo para realizar la evaluación si lo desea.



**Figura 18.** Opción de selección de tiempo para realizar la evaluación. **Fuente:** elaboración propia.

3. Una vez que el estudiante se encuentra en esta pantalla se pasa a seleccionar el número de filas y columnas que tendrá la matriz a la que se desea determinar la Traspuesta.
4. Cuando se seleccionan el número de filas y columnas de la matriz, El estudiante deberá dar clic en el botón “crear matrices”.
5. Luego de que se introducen todos los datos de la matriz se debe dar clic en el botón “Evaluar”.

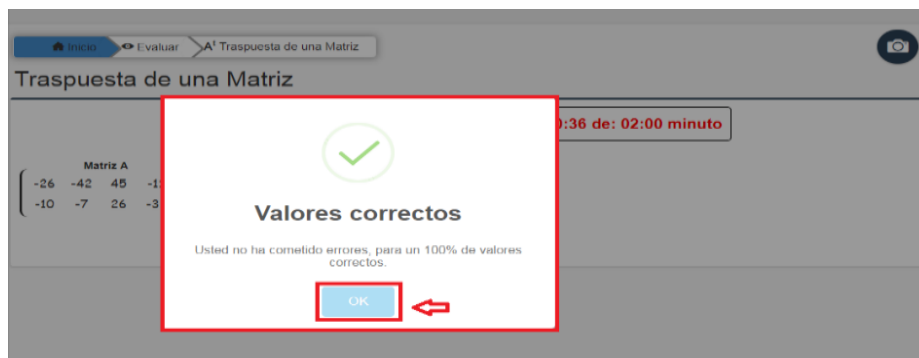


**Figura 18.** Botón para realizar el proceso de evaluar la operación de la Traspuesta. **Fuente:** elaboración propia.

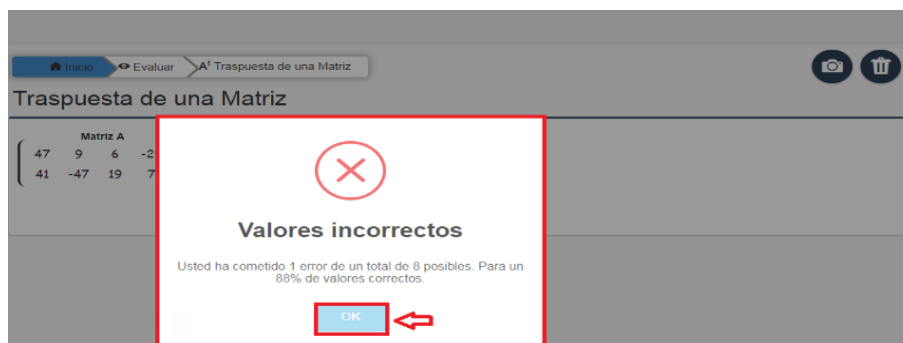
6. Cuando se da clic en este botón el sistema se encarga de comprobar si los valores que introdujo el estudiante son correctos, una vez que termina la evaluación mostrará un mensaje con los resultados.



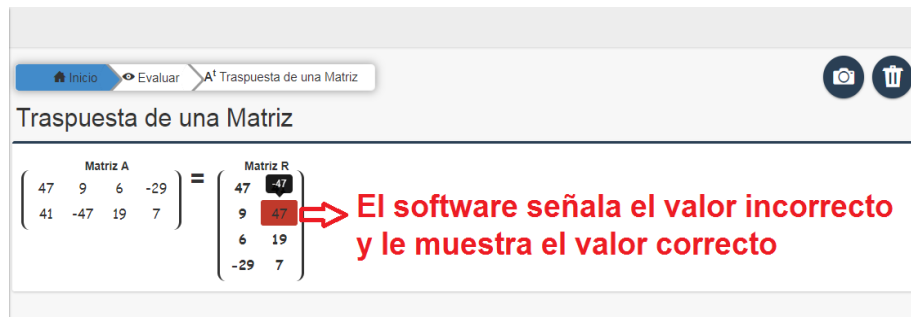
7. Al dar clic en el botón “OK” del mensaje el estudiante podrá ver en el área de visualización del software si existe algún error en los valores que introdujo en la matriz, si existen errores el software señala la posición de la matriz donde existe el error y si el estudiante pone el ratón encima de esta posición el software le visualizará el valor correcto.



**Figura 19.** Mensaje con los resultados de la evaluación de la Traspuesta, sin errores. **Fuente:** elaboración propia.

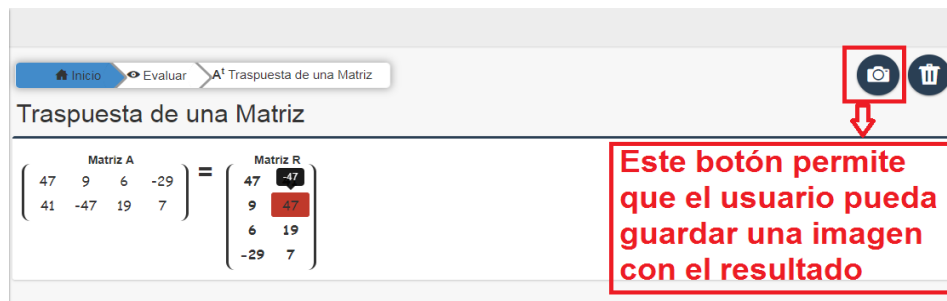


**Figura 20.** Mensaje con los resultados de la evaluación de la Traspuesta. **Fuente:** elaboración propia.



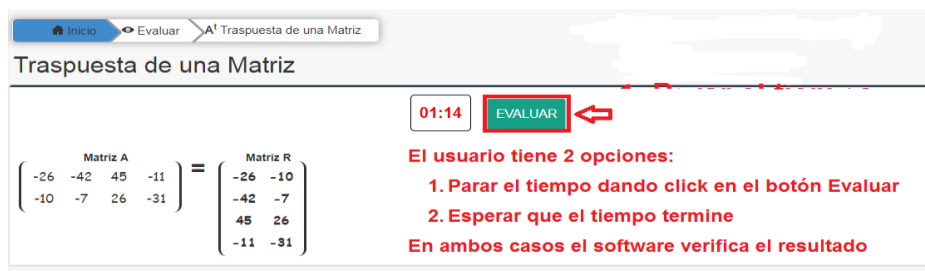
**Figura 21.** Resultado de la evaluación con los errores señalados y el valor correcto. **Fuente:** elaboración propia.

8. El software le da la opción al estudiante o al profesor de exportar los resultados que se muestran en la pantalla a una imagen **.png**, para realizar esta operación deberá dar clic en la parte superior derecha del software en el icono de la cámara.



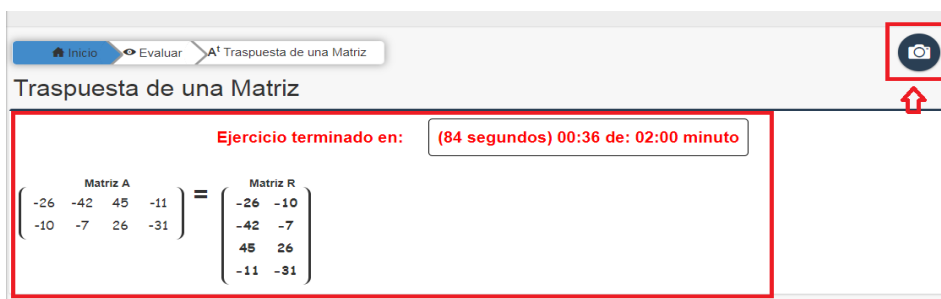
**Figura 22.** Botón para exportar lo que se visualiza en la pantalla a formato png. **Fuente:** elaboración propia.

9. Otra opción es que el estudiante seleccione el tiempo en el que desea realizar la evaluación.
10. De esta forma aparece en la pantalla un reloj con el tiempo que seleccionó para realizar la evaluación, aquí el usuario tiene 2 opciones:



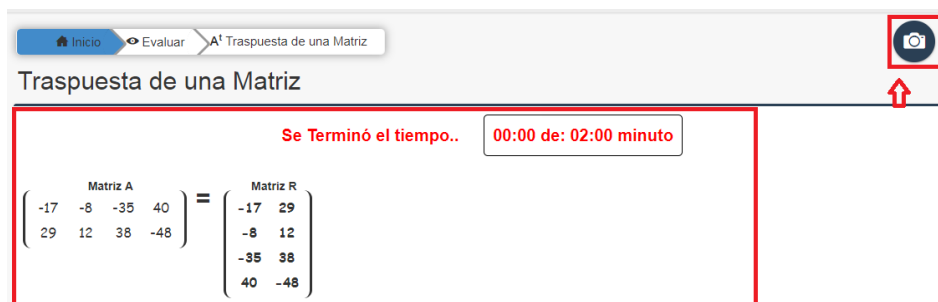
**Figura 23.** Botón para evaluar el resultado y parar el tiempo. **Fuente:** elaboración propia.

- a. Una vez que termine de llenar la matriz, puede hacer clic en el botón Evaluar y parar el tiempo.



**Figura 24.** Llenado de la matriz resultado y dar clic en el botón "Evaluar" para detener el tiempo. **Fuente:** elaboración propia.

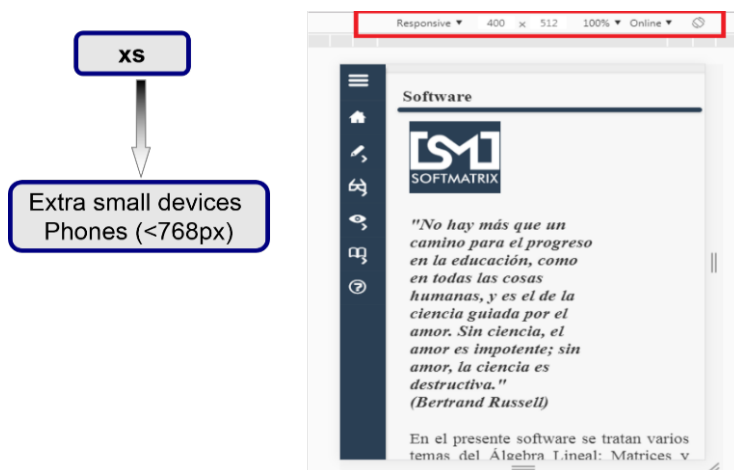
- b. Llenar los valores de la matriz y esperar que el tiempo se termine.



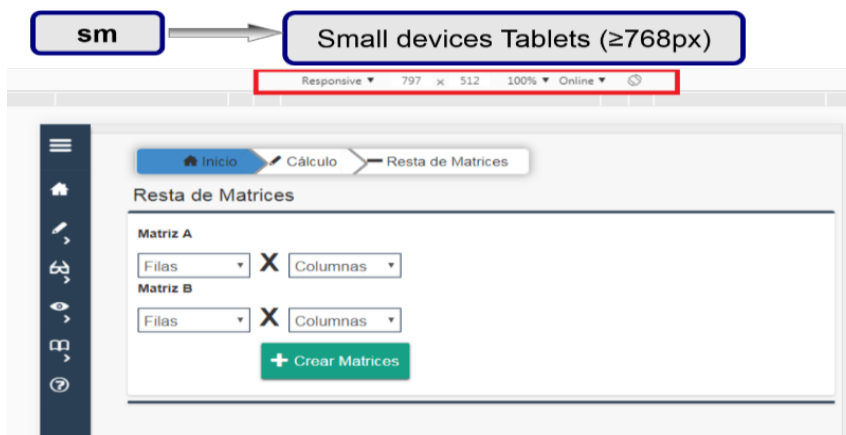
**Figura 25.** Una vez llenada la matriz resultado y dejar que el tiempo termine sin haber dado en el botón Evaluar. **Fuente:** elaboración propia.

En ambos casos el software evaluará las respuestas.

Debido a que la aplicación está basada en un diseño responsivo esta le permitirá al usuario trabajar con la misma en dispositivos como: teléfonos celulares, tablets y computadoras. A continuación se muestran imágenes de cómo se visualizarían en estos equipos (ver Figura 26 y 27).



**Figura 26.** SoftMatrix en teléfonos celulares. **Fuente:** elaboración propia.



**Figura 27.** SoftMatrix en tablets. **Fuente:** elaboración propia.

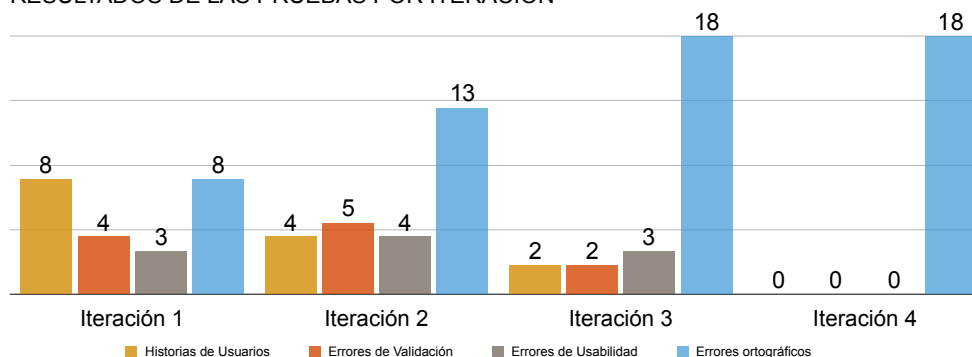
## 4. RESULTADOS

### Pruebas de software realizadas al sistema informático

Para evaluar la calidad del sistema informático de la presente investigación se le realizaron pruebas a las funcionalidades, obteniéndose los siguientes resultados:

- Se realizaron un total de 4 iteraciones de prueba para comprobar el correcto funcionamiento de las 18 funcionalidades (ver Gráfico 1).
- Las pruebas realizadas garantizaron la correcta validación del sistema informático.
- La aplicación posee una interfaz agradable y fácil para el usuario.
- La aplicación cumple con los nuevos estándares en el desarrollo web y es adaptable a cualquier tipo de dispositivo donde se visualice.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS POR ITERACIÓN



**Gráfico 1.** Resultado de las pruebas de aceptación. **Fuente:** elaboración propia.

### Validación del contenido y la estructura del sistema informático, para el trabajo con matrices

En la primera parte del libro Metodología de la investigación de Roberto Hernández Sampieri, puede leerse: “Desde el punto de vista científico, describir es medir”. Teniendo en cuenta lo referenciado

anteriormente, también se validó el contenido y la estructura del software por medio de un método de consulta a expertos. El juicio de experto se establece recopilando opiniones emitidas por personas calificadas en las variables a investigar; se busca constatar si es coherente la relación entre las preguntas (reactivos o ítems) que incluye el instrumento y las variables a ser medidas con este cuestionario (Marcelo, 2008).

Como parte de este método, se construyó un cuestionario (ver Tabla 1), compuesto por 7 preguntas, basado en criterios de calidad de desarrollo de software, que responden a manera de Estándar de Calidad, y que han sido recopilados por expertos en ciencias informáticas. A continuación se mencionan estos criterios (Marcelo, 2008):

- Visibilidad del estatus del sistema.
- Consistencia y estándares (Estructura).
- Libertad y control del usuario (Operación).
- Prevención de errores.
- Diseño estético.
- Ayuda y Documentación.
- Contenido.

**Tabla 1.** Cuestionario aplicado a los expertos.

Indicador	Escala				
	1	2	3	4	5
El sistema mantiene informado al usuario de lo que está sucediendo.					
No hay errores en la información que se presenta en la aplicación.					
Las validaciones de datos previenen que el usuario se dé cuenta de un error, antes de continuar, siendo los mensajes de error del sistema de gran ayuda para el usuario.					

Indicador	Escala				
	1	2	3	4	5
La interfaz de la aplicación es fácil de usar, facilitando el recorrido que se hace por el contenido de la aplicación.					
La documentación y la ayuda que acompaña al software son muy útiles.					
La distribución del contenido de la aplicación (textos, imágenes, etc.) es buena.					
La distribución de los elementos estructurales de la aplicación (barras de desplazamiento, zonas de contenidos, botones, etc.) es buena, siguiendo un estándar a lo largo de la aplicación.					

**Fuente:** elaboración propia.

Antes de aplicar el cuestionario fue puesto a consideración de investigadores con experiencia en el área, quienes emitieron observaciones que permitieron ajustarlo en forma y contenido. Se evaluaron 16 expertos, seleccionados a partir de la actividad profesional e investigativa que realizan. Una vez identificados los expertos y su disposición de responder el cuestionario, se procedió a aplicar la encuesta. Se logró que el 100% de los expertos dieran sus respuestas.

Para asegurar la calidad de las respuestas, se trabajó con el SPSS. Se procedió a realizar una verificación de fiabilidad, utilizando el coeficiente Alpha de Cronbach. El valor logrado es , lo que confirma la veracidad de las afirmaciones realizadas con respecto a la posición de los expertos, determinando la concordancia de estos especialistas en cuanto a los juicios emitidos. Esto indica que el instrumento aplicado tiene un alto grado de confiabilidad para su uso en la recolección de datos.

Las calificaciones fueron registradas por los expertos usando una escala que recoge en orden creciente el grado de acuerdo o desacuerdo de los expertos con cada afirmación. Para responder este cuestionario, se le asigna una puntuación en la escala del 1 al 5: “Totalmente de acuerdo” representado con 5, “De acuerdo” con 4, “Neutral” (ni de acuerdo ni en desacuerdo) con 3, “En desacuerdo” con 2; y finalmente, “Totalmente en desacuerdo” con 1. A continuación se visualizan los resultados del diagnóstico aplicado:

**Tabla 2.** Criterio de cada experto en el cuestionario aplicado.

<b>ENCUESTADOS</b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>	<b>I6</b>	<b>I7</b>	<b>TOTAL</b>
Experto1	3	3	5	3	5	3	3	25
Experto2	3	3	3	3	5	4	3	24
Experto3	5	4	3	3	5	5	5	30
Experto4	5	5	5	5	4	5	5	34
Experto5	5	5	4	5	4	5	5	33
Experto6	5	5	5	5	5	5	5	35
Experto7	5	5	5	5	5	5	5	35
Experto8	5	5	4	5	5	5	5	34
Experto9	5	4	5	4	5	5	5	33
Experto10	5	4	5	5	5	5	5	34
Experto11	5	5	5	5	5	5	5	35
Experto12	5	5	5	5	4	5	5	34
Experto13	5	5	4	5	5	5	5	34
Experto14	3	3	3	3	3	4	5	24
Experto15	4	5	4	5	5	3	5	31
Experto16	5	5	4	5	5	4	5	33
<b>ESTADÍSTICOS</b>								
VARIANZA	0.7	0.7	0.6	0.8	0.4	0.5	0.5	-
PROMEDIO	4.56	4.44	4.31	4.44	4.69	4.56	4.75	-
PROMEDIO GENERAL	4.54	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** elaboración propia.

### Valoración y aporte

La actualidad de la investigación está dada en que se dirige hacia el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Álgebra Lineal, dando respuestas a la educación informática que requiere la sociedad actual. Además de contribuir a que los estudiantes cuenten con otra vía donde



obtener el conocimiento y que servirá de utilidad para lograr las habilidades que deben tener, para vencer el tema de sistemas de ecuaciones lineales y matrices.

Se aporta un software cuya tipología es la de tutorial, el mismo contribuye como medio de enseñanza-aprendizaje a la aprehensión de los conocimientos para el trabajo con matrices referente a la asignatura de Álgebra Lineal en las carrera de Ingeniería, contribuyendo además a la estimulación del pensamiento mediante la habilidad generalizadora del tema y permitiendo que el estudiante construya el conocimiento.

El aporte práctico de esta investigación se concentra en lograr relacionar de manera correcta el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, proporcionándole al estudiante un tutorial, donde se hace un correcto uso de algunos recursos como animaciones, imágenes y textos aprovechándolos al máximo para lograr niveles de conocimientos más altos en el estudiante, de forma dinámica, eficiente y sencilla.

## 5. CONCLUSIONES

Se obtuvo un sistema informático que contribuye a mejorar el aprendizaje del trabajo con matrices, a partir de la utilización de la metodología, herramientas, lenguajes, tecnologías y los estándares modernos en los diseños de aplicaciones web.

El producto desarrollado contribuye a la formación profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería, al brindar información y facilidades para realizar el estudio de trabajo con matrices.

La aplicación del tutorial favorece un mejor aprendizaje de los contenidos relacionados con el tema de sistemas de ecuaciones lineales y matrices, además de que contribuye al cumplimiento del objetivo de la misma y a la solución del problema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addy, O. (2010).** *Essential JavaScript & jQuery Design Patterns For Beginners*. [https://www.academia.edu/34497662/Essential\\_JavaScript\\_and\\_jQuery\\_Design\\_Patterns\\_-\\_Addy\\_Osmani](https://www.academia.edu/34497662/Essential_JavaScript_and_jQuery_Design_Patterns_-_Addy_Osmani)
- Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sornmerlad, P., y Stal, M. (1996).** *Pattern-oriented software architecture: a system of patterns*. John Wiley & Sons Inc.
- LaGrone, B. (2013).** *HTML5 and CSS3 Responsive Web Design Cookbook*. PACKT.
- Letelier, P. O., y Penadés, M. C. (2006).** Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme programming (XP). *Técnica Administrativa*, 5(26). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1983605>
- Marcelo, C. (2008).** Cuestionario para la evaluación: Evaluación de la calidad para programas completos de formación docente a través de estrategias de aprendizaje abierto y a distancia. Metodología de uso y descripción de indicadores. *Revista De Educación a Distancia (RED)*. <https://revistas.um.es/red/article/view/125191>
- Marqués, P. (1999).** *Software educativo multimedia: tipologías*. [http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques\\_software/](http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/)
- Mestras, J. P. (2011).** *Aplicaciones Web/Sistemas Web. Bootstrap 3.0*. [https://www.academia.edu/9906253/Bootstrap\\_3.0\\_Aplicaciones\\_Web\\_Sistemas\\_Web](https://www.academia.edu/9906253/Bootstrap_3.0_Aplicaciones_Web_Sistemas_Web)
- Morales, F., Cuevas, A., Martínez, R., y Mario, J. (2013).** Análisis de software matemático usados en nivel superior. *Revista vínculos*, 10(1). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/issue/view/446>
- Núñez, J. (1999).** *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Félix Varela.

**Piñeiro, F. (2004).** *Recursos computacionales para la enseñanza aprendizaje de la matemática en la educación superior.*

<https://www.monografias.com/trabajos17/computacion-matematicas/computacion-matematicas.shtml#RECURSOS>

**Sampiere, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006).** *Metodología de la Investigación.* (6ª ed.). McGRAW-HILL Education.