

**Prof. Johanna Rivera Vanegas**

II CUATRIMESTRE

Domingo 18 julio, 2020

**Integrantes:**

**Alexis Brenes Bermúdez**

**Fiorella Miranda Sandí**

**Rubén Ramírez Morales**

**Ismael Valverde Artavia**

**Edgar Villalobos Mendoza**

**Andrés Villalobos Meza**

**MATRICES EN PROGRAMACIÓN DE VIDEOJUEGOS**

EM-220 (MA-104)

Contenido

[1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO 1](#_Toc71841710)

[1.1 Introducción 1](#_Toc71841711)

[1.2 Objetivos 2](#_Toc71841712)

[1.2.1 Objetivo general 2](#_Toc71841713)

[1.2.2 Objetivos específicos 2](#_Toc71841714)

[1.3 Planteamiento del problema 3](#_Toc71841715)

[1.3.1 Justificación del Problema 4](#_Toc71841716)

[2 MARCO HISTÓRICO 5](#_Toc71841717)

[2.1 Historia ‘Tema Matemático’ 5](#_Toc71841718)

[2.1.1 Representantes 6](#_Toc71841719)

[2.2 Historia ‘Sub Tema’ 6](#_Toc71841720)

[2.2.1 Representantes 7](#_Toc71841721)

[3 MARCO TEÓRICO 8](#_Toc71841722)

[4 Desarrollo del problema 11](#_Toc71841723)

[4.1 Desarrollo 11](#_Toc71841724)

[4.2 Resultados 14](#_Toc71841725)

[5 Análisis de resultados 15](#_Toc71841726)

[6 CONCLUSIONES 1](#_Toc71841727)7

[6.1 Conclusión 1 17](#_Toc71841728)

[6.2 Conclusión 2 17](#_Toc71841729)

[6.3 Conclusión 3 17](#_Toc71841730)

[7 BIBLIOGRAFIA 18](#_Toc71841731)

# 1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

## Introducción

Los videojuegos se dieron a conocer alrededor de los años 50 y esto hizo que marcara el inicio de una época porque nos permitieron entretenernos desde la comodidad de nuestro hogar, viviendo una infinidad de aventuras con solo un control, esto hizo que la industria de los videojuegos se convirtieran en una de las más grandes y a su vez esta situación hizo que buscáramos formas más eficaces para lograr mejores videojuegos; ahí se descubre que las matrices les dan más posibilidades de escenarios y de desarrollo del juego para lograr un mayor entretenimiento de la población, lograron darnos a entender cómo funcionaban los videojuegos y hoy en día se siguen utilizando como la principal herramienta para lograr el desarrollo de los videojuegos más conocidos. En casi cada hogar hay algún tipo de videojuego incluso en los teléfonos se pueden descargar estos, haciendo que casi cada habitante del planeta consuma este tipo de entretenimiento uno de los mas conocidos es PAC-MAN, su fin es conseguir comer todos los puntos sin ser atrapado, el movimiento de los fantasmas se puede programar gracias a las matrices y así lograr que se muevan en diferentes direcciones, otro ejemplo que también es muy conocido por la población es el juego de Grand The Auto (GTA) en este juego las matrices se ven aplicadas en el desarrollo de los diferentes habitantes y para lograr que se muevan, también para los diferentes movimientos de vehículos.

## Objetivos

### Objetivo general

Explicar cómo las matrices se utilizan en la programación de videojuegos

### Objetivos específicos

#### Objetivo 1

Mencionar el impacto que han tenido las matrices, ya sea de manera positiva o negativa, en la sistematización de los videojuegos actuales y antiguos

#### Objetivo 2

#### Analizar matemáticamente para qué sirven las matrices a la hora de

#### diseñar un videojuego

#### Objetivo 3

Mencionar ejemplos de videojuegos donde mientras el jugador lo está usando y está viendo lo que acontece en el mismo, sea vea un modelo de matrices algebraicas

## Planteamiento del problema

¿Las matrices en los videojuegos son relevantes es o irrelevantes en el desarrollo de los mismos? Su respuesta es sí. Durante muchos años, un gran porcentaje de la población ha tenido acceso a los videojuegos, desde su creación en 1958 hasta la actualidad, se ha visto la gran evolución y el gran impacto que este ha tenido en la misma, sin embargo, mucha de este porcentaje no tiene el conocimiento de que para la producción sistematizada de estos va incluida las ramas matemáticas existentes, en especial, la algebra, dado que, se necesita matrices para el desarrollo de programación en consolas.

Esta, abarca el mayor porcentaje de funcionamiento de todos los videojuegos, que en ellas se ve las matrices. Un ejemplo es que según un artículo encontrado en un sitio web sirven para la rotación de posición y cambio de posición de un elemento. Por ejemplo, un mundo tridimensional puede ser rotado por medio de operaciones de matrices para poder cambiar las coordenadas en los cuales la cámara puede ser rotada. Entonces, las matrices son importantes a la hora de la posición, traslación, rotación y escalamiento a la hora del juego.

¿Cuál es nuestra problemática a resolver en este trabajo de investigación? Su respuesta es evidenciar cómo las matrices, para el desarrollo de estos, son tan importantes, evidenciando datos, análisis y resultados matemáticos más adelante. Además de, incentivar a las personas que investiguen y conozcan más la relevancia de las matemáticas en nuestro diario vivir, puesto que, en todo lo que realizamos la encontramos siempre.

En la transformación, si queremos escalar uniformemente a los tres ejes se debe:

\*

La matriz resultante contendría las coordenadas del punto escalado.

Si no queremos escalar uniformemente a los tres ejes, se debe:

La matriz resultante contendría las coordenadas del punto escalado.

Para translación, las matrices se pueden encontrar cuando, por ejemplo, el videojuego es de dos dimensiones y necesitamos mover x objeto, se debe de escribir primero la matriz con las coordenadas obtenidas, sumándole los puntos trasladados.

Donde, haciendo esta suma, se encuentra el sentido y la dirección definida de cuánto donde se movilizó dicho objeto

***1.3.1 Justificación del Problema***

La finalidad de este trabajo, es demostrar la importancia de las matrices en la programación de todos los videojuegos para su excelente creación en los mismos, también, exponer que las matemáticas son más relevantes de lo que pensamos en los videojuegos y adentrarnos en el conocimiento del mismo para demostrar y alimentar a las personas de conocimiento algebraico, más a un porciento de la población que utiliza los mismos como forma recreativa, sin tener un conocimiento previo de su fabricación y demás

# 2 MARCO HISTÓRICO

## Historia ‘Tema Matemático’

El origen de las matrices es muy anticuado. Los cuadrados latinos (matriz de n×n parte en la que cada casilla está ocupada por uno de los n símbolos de tal modo que cada uno de ellos aparece exactamente una vez en cada columna y en cada fila) y los cuadrados mágicos (es una tabla de grado primario donde se dispone de una serie de números enteros en un cuadrado o matriz de forma tal que la suma de los números por columnas, filas y diagonales principales sea la misma) se estudiaron desde hace mucho tiempo. Un cuadrado mágico, 3 por 3, se registra en la literatura china hacia el 650 a. C.

Es larga la historia del uso de las matrices para resolver ecuaciones lineales. Un importante texto matemático chino que proviene del año 300 a. C. a 200 a. C. Nueve capítulos sobre el Arte de las matemáticas (Jiu Zhang Suan Shu), es el primer modelo conocido de empleo del método de matrices para resolver un sistema de ecuaciones.

Los "cuadrados mágicos" eran conocidos por los matemáticos árabes, posiblemente desde comienzos del siglo VII, quienes a su vez pudieron tomarlos de los matemáticos y astrónomos de la India, junto con otros aspectos de las matemáticas combinatorias. Los primeros "cuadrados mágicos" de orden 5 y 6 aparecieron en Bagdad en el año 983, en la Enciclopedia de la Hermandad de Pureza (Rasa'il Ihkwan al-Safa).

Después del desarrollo de la teoría de determinantes por Seki Kowa y Leibniz para facilitar la resolución de ecuaciones lineales, a finales del siglo XVII, Cramer presentó en 1750 la ahora denominada regla de Cramer.

### Representantes

**Orden cronológico**

**200 a.C**

En china los matemáticos usan series de números

**1848**

James Joseph Sylvester (3 de septiembre de 1814, Londres – 15 de marzo de 1897, Oxford) introduce el término “matriz”.

**1858**

Arthur Cayley (Richmond, Reino Unido, 16 de agosto de 1821 - Cambridge, 26 de enero de 1895) publica Memorias sobre la teoría de matrices.

**1878**

Ferdinand Georg Frobenius (Charlottenburg,1​ 26 de octubre de 1849 - Berlín, 3 de agosto 1917) demuestra resultados fundamentales en álgebra matricial.

**1925**

Werner Karl Heisenberg (Wurzburgo, 5 de diciembre de 1901-Múnich, 1 de febrero de 1976) utiliza la teoría matricial en la mecánica cuántica.

## Historia ‘Sub Tema’

En videojuegos, las matrices las utilizamos al diseñar videojuegos de tablero (OXO, buscaminas, sudoku, ajedrez, etc.) y para diseñar el mapa de un videojuego 2D basado en tiles. Además, como las tarjetas de video trabajan con matrices para administrar la información de cómo se verán los objetos 3D en pantalla, hoy en día algunos motores de videojuegos trabajan con matrices para determinar cómo se verá un objeto 3D en pantalla, como es el caso de XNA, así necesitamos la matriz de posición, la matriz de rotación, la matriz de traslación, la matriz de escalamiento y la matriz de vista, para determinar cómo veremos en pantalla a dicho objeto.

Para representar de mejor manera la posición de los componentes del videojuego:

Ya no tenemos variables x, y, z, sino que una estructura que nos indica la posición.

Para representar de mejor manera la dirección a la que nos movemos

La mayoría de los motores de videojuegos utilizan vectores para representar en una figura:

* La posición.
* El escalamiento.
* La traslación.
* Además, representan los vértices de un modelo 3D como un vector. (x, y, z)

### Representantes

**Orden cronológico**

**1912 - 1915**

El Ajedrecista fue un autómata construido en 1912 por Leonardo Torres Quevedo (Santa Cruz de Iguña, Molledo, Cantabria, 28 de diciembre de 1852–Madrid, 18 de diciembre de 1936)

**1958**

William Higginbotham (25 de octubre de 1910 - 10 de noviembre de 1994) creó un juego de computadora interactivo llamado Tennis for Two para el día de visita anual del Brookhaven National Laboratory.

**1961**

Steve Russell, y Wayne Wiitanen crearon el juego Spacewar

# MARCO TEÓRICO

En la vida cotidiana es necesario realizar operaciones matemáticas para resolver un sin fin de problemas que atravesamos diariamente a esto se le llama matemáticas aplicadas que son aquellas que buscan cuales ecuaciones te ayudan a resolver de manera correcta distintos problemas, nosotros nos vamos a enfocar específicamente en las matrices en la elaboración de video juegos.

¿Qué son las matrices?

Los determinantes hicieron su aparición en las matemáticas más de un siglo antes que las matrices. El término matriz fue creado por James Joseph Sylvester, tratando de dar a entender que era “la madre de los determinantes”. Los orígenes de las matrices y determinantes se encuentran entre los siglos II y III a.c. No nos debe sorprender su relación con el estudio de sistemas de ecuaciones lineales. Las matrices son herramientas de álgebra que facilitan el ordenamiento de datos, así como su manejo también una matriz es una tabla bidimensional de números en cantidades abstractas que pueden sumarse y multiplicarse. Se pueden utilizar para describir sistemas de ecuaciones lineales y registrar los datos que dependen de varios parámetros, las matrices se describen en el campo de la teoría de matrices. Pueden descomponerse de varias formas.

Son una colección de números representados en una cuadrícula, muy similar a una tabla u hoja de cálculo. (Honcho, 2020)

Por sí misma, esa colección de números no tiene sentido, pero si los usa para asignar valores, como las coordenadas de un objeto, se convierten en contenedores muy útiles y se pueden usar para muchas cosas convenientes.

Esto es especialmente cierto en el mundo de la programación 3D. Cada modelo en un juego 3D está compuesto por una serie de "tris" o "polys" (triángulos o polígonos) y en un juego moderno un personaje puede tener decenas de miles de ellos. Cada uno tiene un número de vértices (las "esquinas") - 3 para tris y 4 para polys - de los que debemos realizar un seguimiento, ¡Son muchos datos! (Honcho, 2020)

‘‘Una matriz es un buen contenedor de almacenamiento, donde cada columna es un nuevo vértice y las tres filas corresponden a las posiciones x, y z del vértice en el espacio 3D’’. (B, 2019)

Un gran desafío es cómo manipular esos vértices para hacer algo que quieras. Un gran ejemplo es el giro. Si se pone de pie con los brazos extendidos y piensa en su cuerpo como una serie de puntos, uno en cada articulación, por ejemplo, y trata de girar, notará que las articulaciones hacia el centro de usted, como el cuello, se desplazan. menos distancia que las articulaciones más alejadas del centro, como los dedos individuales. En consecuencia, durante su giro, su cabeza se movió mucho menos distancia que sus manos extendidas. (Yip, 2001)

Si bien definitivamente podemos escribir código para calcular todas esas posiciones, tener que iterar a través de cada punto y calcularlo es relativamente ineficiente, tanto en el nivel de “escritura de código” como en el nivel matemático. Debido a una peculiaridad en cómo funcionan las matrices, podemos multiplicar nuestra matriz de puntos por otra matriz llamada "matriz de transformación" y una computadora puede resolver eso con bastante facilidad y rapidez, además de que la función se puede reutilizar para otras aplicaciones interesantes como la reflexión (si el modelo debe reflejarse sobre el agua o un espejo), escalar (hacer una versión más grande / más pequeña de un modelo) o para calcular cosas como la deriva y la órbita.

El conocimiento de las matrices es tan crucial para cualquiera que trabaje en programación 3D que muchos libros de programación dedican una sección completa al principio del libro a las matrices; ni siquiera puede comenzar hasta que comprenda cómo funcionan las matemáticas.

‘‘En la industria de los videojuegos se han utilizado las matemáticas en todo momento por ejemplo si queremos utilizar un arco en The Last of Us veremos cómo se forma una parábola que nos indica la trayectoria de la flecha y también en el juego de Angry Birds que es muy conocido por todos’’. (M, 2010)

Las matrices juegan un rol importante en el desarrollo de los videojuegos ya que sirven para la rotación y cambio de posición de un elemento. Por ejemplo, un mundo tridimensional puede ser rotado por medio de operaciones de matrices para poder cambiar las coordenadas en los cuales la cámara puede ser rotada

Al igual, las matrices sirven para simular y ordenar las diferentes elecciones que puede tomar un usuario durante un juego, así como crear un árbol. Esto sobre todo puede ser aplicado en juegos de azar y las diferentes probabilidades que tiene un jugador, las opciones que puede sacar.

Las matrices nos proporcionan una manera compacta y útil de representar sistemas de ecuaciones lineales, algo que usaremos para aplicar transformaciones básicas como traslación, rotación y escalado.

# 4 DESARROLLO DEL PROBLEMA

Alrededor de los años 40 y los años 50, empezó poco a poco la revolución de la era tecnológica, teniendo como consecuencia la creación de los videojuegos por primera vez en el mundo, lo que no nos imaginábamos era el gran impacto que estos iban a tener en nuestro siglo XXI.

El primer video juego, según la tesis de García (2009) ‘‘el primer videojuego que tuvo el mayor impacto en aquel entonces, fue OXO, creado en 1952 como un juego grafico computarizado, fruto de una tesis de Alexander Sandy Douglas sobre la interactividad entre computadoras y seres humanos’’. Básicamente se trataba de una versión del clásico juego Tres en raya, escrito para la computadora Electronic Delay Storage Automatic Calculator, la primera calculadora electrónica de la historia. Este juego podía sus decisiones en función de los movimientos del jugador que trasmitía las órdenes a través de un dial telefónico compuesto del sistema, aunque muchos autores no consideran este juego más que un pequeño inicio, ya que, no contaba con ninguna componente de animación.

Con la información dada anteriormente, podemos plantear realmente si las matrices han tenido impacto positivo o negativo en la sistematización de los videojuegos antiguos y actuales, la respuesta es que realmente, gracias a las matemáticas, todos estos años desde la creación de estos, ha sido más fácil programarlos y tener mejores resultados.

Hace muchos años, con los videojuegos más antiguos, como por ejemplo OXO, Pong, Computer Space, entre otros antiguos de hace más de 70 años, las animaciones, movimientos, gráficos, iluminaciones… eran muy básicos, esto se debe a que la matemática sí era utilizada pero no tan abarcada como lo es ahora. Las matrices en los videojuegos antiguos y actuales crearon un gran espacio de diferencia que no se pueden comparar unos con los otros. Las matrices ahora se ven más evidénciales en transformaciones, posiciones, rotaciones que antes no se veían tan significativas en los juegos antiguos y que ahora en los actuales, se resalta bastante. Podemos mencionar que los videojuegos antiguos realmente tenían una finalidad, entretener por unas horas, o minutos, debido a que eran muy simples a nivel de entretenimiento, no obstante, en los actuales, se puede percibir que son más complejos. Además, los juegos actuales, gran cantidad de ellos ayudan a analizar estrategias para su victoria. En los antiguos, muy pocas veces se notaba el pasar de niveles, poder moverse por cualquier lado, entre otras muchas características.

Las matrices son notables en los juegos 3D, las matrices son aptas de almacenar secuencias de cambios geométricos y luego aplicarlas de un solo golpe, por ejemplo, para acomodar una figura en determinado lugar, primero se tiene que mover al origen, escalarla, rotarla un cuarto de vuelta y luego colocarla en su lugar final. Sin embargo, si utilizamos las matrices se puede crear una cadena de estas cuatro transformaciones y obtener una matriz que pudiera aplicar esas cuatro transformaciones a un vector de un solo paso.

La cantidad de transformaciones que se puede encadenar en una matriz no tiene más limites que la perdida de precisión por parte de los valores flotantes que pueda manejar el sistema. Las matrices tienen gran versatilidad, se puede demostrar creando funciones para procesar matrices en vez de tener una función para cada transformación geométrica. Las funciones que se aplican son las que concatena transformaciones y las que las aplica a los vectores, sin embargo, existe una matriz distinta para cada tipo de operación grafica el código que las implementa, invariablemente es el mismo.

Un ejemplo donde podemos aplicar las matrices para la elaboración de los mapas de los videojuegos es el clásico buscaminas, para ello podemos crear una matriz 11x11 en donde los 0 representan los espacios en blanco, sin minas, y los 1 los que sí tienen minas:

Otro ejemplo donde se podría crear una matriz pero esta vez de 13x15, en este caso sería para otro juego muy clásico llamado “Bomberman”, en el cual los 0 representan los muros que se pueden romper con las bombas (las cuales el personaje puede colocar en el transcurso del videojuego), los 1, los enemigos (a los que se debe de enfrentar el personaje), los 2, los posibles “power ups” o mejoras para el personaje (los cuales pueden ser recogidos una vez destruido el muro en el que se encuentran escondidos), los 3 representan los muros que el personaje no puede destruir, los 4 representan el camino que puede recorrer el personaje inicialmente y por último , el 5 representa la ubicación inicial del jugador en el mapa.

Una vez vista la del mapa, se llevará a cabo una suma de matrices para así establecer la coordenada donde puede estar el personaje (se debe aclarar que los números 3 son inaccesibles, el desarrollador del videojuego hizo que sea imposible hacer sumas con esas casillas, si no ocurriría un fallo en el programa), estos puntos son cuando el mapa está en movimiento, es decir, cuando la matriz cambia de valores por múltiples operaciones realizadas.

## ***Resultados***

A continuación, se mostrarán los puntos en coordenada ya establecidos; para esto definimos la matriz A como la matriz posición del personaje y la matriz B como la matriz que contiene el vector dirección para mover al personaje.

En esta suma el personaje se movería (fila 1) 2 posiciones en el eje de las X, 4 posiciones en el eje de las Y, y 1 posición en el eje de las Z, en (fila 2) se movería 1 posición en el eje X, 4 posiciones en el eje Y, 2 posiciones en el eje de las Z, y por último en (fila 3) se movería 4 posiciones en el eje X, 2 posiciones en el eje Y, y 2 posiciones en el eje Z.

Sumando las dos matrices quedaría de la siguiente manera

Este es el resultado de la nueva matriz de movimiento, en el mapa el personaje se movilizó tanto como en el eje X, como en el eje Y, se puede observar que la suma de matrices es indispensable para mover cada pixel de un videojuego, para que los personajes se movilicen se tienen que realizar constantemente estas sumas.

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

# Como la mayoría de las personas saben, las matrices fue un término creado por James Josseph Sylvester tratando de dar a entender que era la madre de los determinantes, además que las matrices son herramientas de álgebra que facilitan el ordenamiento de datos. Nos pareció interesante ver la evolución de las matrices cuyo origen es muy viejo, antes conocidas como cuadros latinos(nxn) y cuadros mágicos (3x3) a lo largo de la historia se les dio uso para resolver ecuaciones lineales.

Los cuadros mágicos fueron usados por diferentes culturas como chinos “del año 300 a. C. a 200 a. C." como árabes desde el comienzo del siglo VII (Entre los años 701 al 800) quienes también pudieron tomarlos como referencias de los matemáticos y astrónomos de la India. Los primeros "Cuadros mágicos" de orden 5 y 6 aparecieron en Bagdad en el año 983.

Después el desarrollo de determinantes para facilitar la resolución de ecuaciones lineales por Seki Kowa y Leibniz.

Cramer presentó en 1750 la ahora denominada regla de Cramer.

Personas muy importantes que aportaron al desarrollo de la matriz fueron:

1. James Joseph Sylvester introduce el término “matriz en 1848
2. Arthur Cayley publica Memorias sobre la teoría de matrices en 1858
3. Ferdinand Georg Frobenius demuestra resultados fundamentales en álgebra matricial en 1878
4. Werner Karl Heisenberg utiliza la teoría matricial en la mecánica cuántica en 1925

En cuanto a matrices en videojuegos se utilizan para diseñar videojuegos de tablero (OXO, buscaminas, sudoku, ajedrez, etc.) y para diseñar el mapa de un videojuego 2D basado en tiles.

También las tarjetas de video trabajan con matrices para administrar la información de cómo se verán los objetos 3D en pantalla, hoy en día algunos motores de videojuegos trabajan con matrices para determinar cómo se verá un objeto 3D en pantalla.

Las matrices en los video juegos son fundamental para el desarrollo de este, como se dijo en el marco teórico, varios juegos utilizan esta terminología para elaborar ciertas parábolas, trayectorias etc. Así mismo sirven para la rotación y cambio de posición de un elemento dentro del desarrollo. Las matrices nos proporcionan una manera compacta y útil de representar sistemas de ecuaciones lineales.

El conocimiento de las matrices es tan importante para cualquiera que trabaje en programación 3D que muchos libros de programación dedican una sección completa al principio del libro a las matrices, ya que es esencial para el estudio de este.

Podemos concluir que, las matrices se han convertido en algo fundamental en nuestro entorno, ya que tanto ha influido que, no solo se usa en los video juegos, si no que problemas matemáticos, física, cálculos linéales, etc.

# CONCLUSIONES

## Conclusión 1

En resumen, creemos que las matrices son un gran impacto positivo en la sistematización de los videojuegos actuales y antiguos ya que sin estas una gran mayoría de los videojuegos serían imposibles de crear y más ahora con la programación 3D y tampoco queda demás el mencionar que las matrices se usan en las tarjetas de video dándole a estas más importancia ya que sin estas tarjetas de video muchos trabajos gráficos desaparecerían, por ejemplo en laboratorios dentales ya no se podrían crear las plantillas de la dentadura.

## Conclusión 2

Concordamos con la información expuesta que pudimos dar a conocer varias operaciones matemáticas de matrices que forman parte de la programación de un videojuego, entre ellas están: coordenadas del punto escalado, translación y una alternativa de las coordenadas del punto escalado sino desea escalar uniformemente con 3 ejes.

## Conclusión 3

Dentro del análisis, podemos observar que las matrices se usan principio a fin desde que se ejecuta el videojuego, pero los casos en el que el jugador puede apreciar la ejecución de las matrices serian en los videojuegos del mismo género que el ajedrez ya que con el modelo 3D es más simple el notar las matrices.

# BIBLIOGRAFIA

AIE. (2019, 20 abril). Video Game Math: Matrices. Specialist Educators In Games, Animation And Film VFX. [Video Game Math: Matrices - Academy of Interactive Entertainment Seattle (aie.edu)](https://seattle.aie.edu/articles/video-game-math-matrices/)



Caro, P (2017, 25 abril). Matrices en los videojuegos. Prezi.com. [Matrices en los videojuegos by Paola Caro (prezi.com)](https://prezi.com/rt1najmwmifc/matrices-en-los-videojuegos/)

Castillo, A. J. (s. f.). Aplicación de Las Matrices en Los Videojuegos. Scribd. Recuperado 12 de julio de 2021, de <https://es.scribd.com/document/423934022/Aplicacion-de-Las-Matrices-en-Los-Videojuegos>

Domínguez, I. (2017, 13 noviembre). Matrices en los Videojuegos. Issuu. [Matrices en los videojuegos by Iván Domínguez López - issuu](https://issuu.com/ivandominguezlopez/docs/matrices_20en_20los_20videojuegos-b_156b9a222457ca)

Espósito, D. L. (2017, 12 noviembre). Matrices en videojuegos. Issuu. <https://issuu.com/d_landete/docs/matrices_20en_20videojuegos>

García, B. (2009, octubre). Videojuegos: Medio de ocio, cultura popular y recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares. Universidad Autónoma de Madrid. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/3722/25737\_garcia\_gigante\_benjamin.pdf

Gonzalez, F. (2009, 26 septiembre). Matemáticas aplicadas para el diseño de vídeo juegos. Tongoxcore. <https://tongoxcore.files.wordpress.com/2009/09/5-vectores-y-matrices.pdf>

Reyes, M. (2010, 3 octubre). *Historia de las matrices*. Slideshare. https://es.slideshare.net/TheTechnologist/historia-de-las-matrices

Material Didáctico - Superprof. (s. f.). Matrices | Superprof. Recuperado 22 de julio de 2021, de <https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/algebralineal/matrices/>

Rosales, A. (2008, s.f). Evolución Histórica del Concepto de Matriz. Tecdigital. [Evolucion\_Historica\_del\_concepto\_de\_matriz.pdf (tec.ac.cr)](https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/ContribucionesV9_n1_2008/Evolucion_Historica_del_concepto_de_matriz.pdf)

Romero, S. (s.f). Los inicios de los videojuegos. MuyInteresante. https://www.muyinteresante.es/muy-gamer/articulo/los-inicios-de-los-videojuegos-341539687021

University of Washington. (2001, 12 marzo). Matrices in Computer Graphics. University of Washington. [Project.doc (washington.edu)](https://sites.math.washington.edu/~king/coursedir/m308a01/Projects/m308a01-pdf/yip.pdf)