



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería de Sistemas y
Telemática**

**MODELO DE VISUALIZACIÓN DE DATOS
GENERADOS EN JUEGOS SERIOS
ORIENTADOS A LA ATENCIÓN Y MEMORIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA
LITERATURA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado en Ingeniero de Sistemas y Telemática**

Autor:

Juan Diego Auquilla Astudillo

Director:

Marcos Patricio Orellana Cordero.

Cuenca – Ecuador

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, Pedro y Katty por sus grandes enseñanzas y paciencia constante durante toda mi educación y desarrollo personal a lo largo de estos años.

A mis hermanos que han formado parte de este largo camino y por su comprensión en todo este tiempo.

A Dios y a la vida,
Por darme todas las experiencias vividas, grandiosas oportunidades y enseñanzas certeras que me permitieron superar todas las pruebas que se presentaron en el camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi director de este trabajo de titulación, Marcos Orellana, quien supo guiarme en todo este proceso con su experiencia y conocimiento.

Agradezco a la Universidad del Azuay por la beca concedida para poder cursar mis estudios universitarios, al Dr. Mario Jaramillo Paredes por su gran gestión y ayuda, y a todas las personas que me ayudaron económicamente para que pudiese completar mis estudios sin retrasos.

Agradezco todas las experiencias vividas con mis compañeros de clase y a los amigos cercanos que me ayudaron a que esta etapa de estudios sea única y maravillosa, David Cordero, Luis Miguel Alvear, Anita Corral y Danita

Índice de Contenidos

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de Figuras.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Anexos.....	vi
Resumen y Abstract	vii
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	1
2. Trabajos relacionados.....	1
3. Métodos	2
3.1 Planificación.....	2
3.1.1 Necesidad de la revisión sistemática	3
3.1.2 Preguntas de investigación	3
3.1.3 Tipo de preguntas planteadas	3
3.2 Ejecución.....	3
3.2.1 Construcción de la cadena de búsqueda.....	3
3.2.2 Librerías utilizadas	4
3.2.3 Selección de estudios.....	4
3.2.3.1 Criterios de exclusión	5
3.2.3.2 Criterios de selección	5
3.2.3.3 Preguntas subjetivas	6
3.2.3.4 Preguntas objetivas.....	6
4. Resultados	7
4.1 Selección de estudios primarios	7
5. Discusión.....	8
6. Conclusión	11
7. Referencias.....	12
8. Anexos	16

Índice de Figuras

Figura 1 Proceso selección de artículos.....	5
Figura 2 Comparación entre EC5: Subsistemas cognitivos que interactúan y EC4: Entorno de implementación	8
Figura 3 Comparación entre EC6: Predictivas y EC9: Basada en ejes, EC12: Mapeo del tiempo	9
Figura 4 Comparación entre EC9: Basada en ejes y EC12: Mapeo del tiempo, EC13: Geoespaciales y Espacio-Temporales	10
Figura 5 Comparación entre EC15: Tipo de validación y EC1: Edad, EC4: Entorno de implementación.....	11

y

Índice de Tablas

Tabla 1 Proceso para obtener la cadena de búsqueda	3
Tabla 2 Fuentes de datos consultadas	4
Tabla 3 Cadenas de búsqueda en librerías	7

Índice de Anexos

Anexo 1 Estudios primarios seleccionados	16
Anexo 2 Criterios de extracción de datos.....	17

Resumen:

Los juegos serios a diferencia de los videojuegos tradicionales enfocados netamente en la diversión o entretenimiento, ayudan en el aprendizaje o formación de nuevas habilidades. Aunque hay varios estudios que abordan los enfoques de juegos serios, no se han presentado revisiones sistemáticas que hayan considerado habilidades cognitivas como la atención y memoria, y que se enfoquen conjuntamente en modelos de visualización y procesamiento de datos. Se realizó una revisión sistemática de literatura, utilizando la metodología de Kitchenham para identificar modelos y técnicas de visualización de datos que se refieran a datos provenientes de juegos serios. Se descargaron 1502 artículos, luego de aplicar filtros y criterios de exclusión se descartaron 1370 artículos, y finalmente se seleccionaron, tras aplicar la metodología, 37 artículos. Se determinó los entornos de implementación, modelos de visualización y técnicas de procesamiento de datos más frecuentes y futuras investigaciones a realizar a partir de los resultados obtenidos.

Palabras clave: ciencia de datos, juegos serios, procesamiento de datos, revisión sistemática, visualización de datos

Abstract:

Serious games, unlike traditional video games that are purely focused on fun or entertainment, help in learning or training new skills. Although there are several studies addressing serious gaming approaches, no systematic reviews have been presented that have considered cognitive abilities such as attention and memory, and that jointly focus on data processing and visualization models. A systematic review of the literature was carried out, using the Kitchenham methodology to identify data visualization models and techniques that refer to data from serious games. 1,502 articles were downloaded, after applying filters and exclusion criteria, 1,370 articles were discarded, and finally, 37 articles were selected after applying the methodology. The most frequent implementation environments, visualization models and data processing techniques and future research to be carried out based on the results obtained were determined.

Keywords: data processing, data science, data visualization, serious games, systematic review



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

1. Introducción

En la actualidad, cada vez más se utilizan técnicas y herramientas innovadoras para la educación o formación de habilidades cognitivas como la atención y memoria. Una de estas técnicas es el uso de juegos serios, los cuales están pensados para el aprendizaje o formación de los usuarios, los cuales no son aplicados netamente para diversión o entretenimiento sino para desarrollar habilidades cognitivas en una persona (Dörner et al., 2016) Los juegos serios al ser usados en gran magnitud, generan una gran cantidad de datos resultantes, mismos que representan una porción significativa para el análisis de desempeño que brindan estos juegos en el aprendizaje de nuevos conocimientos y conservación de habilidades cognitivas en el jugador.

Los juegos serios, al generar datos de gran volumen es importante plasmarlos e interpretarlos mediante representaciones gráficas o con modelos de visualización de datos. Esto conduce a un rápido y exitoso análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de juegos serios. Actualmente, existen varios estudios primarios que abarcan las diferentes técnicas de visualización utilizadas para representación de datos (Kirk, 2016; Po & Bikakis, 2020; Sang C. Suh & Thomas Anthony, 2017) De forma paralela existen estudios primarios de la aplicación de juegos serios en diferentes ámbitos y ramas del saber (Boyle et al., 2016).

Con la finalidad de encontrar los estudios que cubran la temática de juegos serios y la representación gráfica de sus datos resultantes, se precisa ejecutar una revisión de literatura que cubra la explicación de una técnica de explotación de datos mediante la visualización de los mismos. Esta revisión de literatura determina qué modelos y técnicas de visualización de datos se han utilizado hasta el momento para la representación visual de datos obtenidos en juego serios, y la detección de una brecha de investigación por cubrir en este campo. Esta revisión sistemática tiene el principal objetivo de sentar las bases para estudios futuros que cubran las brechas de investigación encontradas en los estudios primarios relacionados con los juegos serios y la gran cantidad de datos generados en los mismos.

1.1 Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar una revisión sistemática de la literatura para identificar modelos y técnicas de visualización de ciencia de datos que se acoplan a datos provenientes de juegos serios orientados al entrenamiento cognitivo de atención y memoria.

Objetivos Específicos

- Identificar las producciones científicas que abordan la visualización de datos de juegos serios basados en atención y memoria.
- Determinar los modelos y las técnicas de visualización de la ciencia de datos y los campos en que han sido implementadas.

2. Trabajos relacionados

Diversos autores han abordado la visualización de datos proponiendo modelos, herramientas y metodologías que faciliten la interpretación de los datos, aplicando estas técnicas en diferentes campos y a su vez creando la necesidad de aplicar este tipo de modelos en la actualidad.

Wallner y Kriglstein (2020) en su clase magistral “*Information Visualization for Games Research*” presentada en la conferencia “CHI PLAY 2020” se enfocaron en cómo representar y comunicar datos de una manera fácilmente comprensible. El objetivo de su clase magistral fue centrarse en visualizaciones que se crean sin mucho esfuerzo mediante varios ejemplos de diferentes tipos de visualización cubriendo datos de encuestas, textuales, relacionales y espaciales.

Una técnica de visualización muy usada en es el mapa de calor, tal como lo presentan Tom Feltwell et al. (2015), quienes se centran en representar datos de telemetría espacio-temporal mediante mapas de calor. En este artículo se propone una herramienta de meta visualización (dendrogramas) que ordenan y estructuran datos de mapas de calor de características pertinentes, como grupos y tendencias, de un gran conjunto de datos obtenidos, usando como caso de uso los datos obtenidos en el videojuego “*Red Orchestra: Ostfront 41-45*”. En su investigación se proporciona una descripción general de alto nivel de las características relevantes que debe tener un gran conjunto de datos que, de otro modo, pasarían

desapercibidos al momento de analizarlos. En el artículo se identifica claramente el potencial valor de los dendrogramas como una herramienta para resaltar características importantes dentro de los mapas de calor.

La visualización de datos relacionada con juegos serios y la visualización dinámica de datos obtenidos se evidencia en el trabajo de Jones et al. (2015), quien presenta un sistema de software para la visualización de datos en la nube bajo la arquitectura cliente-servidor, en donde los datos de prueba corresponden a datos generados por un juego serio desarrollado para iPad. En el artículo, se explica a detalle cómo está implementado el sistema, cómo funciona el juego serio y la visualización de datos. Jones detalla las librerías de JavaScript utilizadas para la generación de gráficos de barras, gráficos circulares y gráficos de barras de distribución. Este estudio resulta en una herramienta para analizar los datos recopilados por un juego serio obtenidos desde los distintos dispositivos de los estudiantes en los que se aplique, permitiendo así simplificar el trabajo de reunir los datos y generar un informe con los mismos.

En diferentes artículos presentados en el campo de investigación de juegos serios se evidencia la mejora sustancial de habilidades perceptivas y cognitivas como la atención, memoria, la concentración, motricidad, aprendizaje, entre otros. En la revisión sistemática realizada por Boyle (2016), misma que pertenece a una actualización de una revisión sistemática previa que fue realizada por los mismos autores (Connolly et al., 2012), se evidencia aportes de mayor calidad sobre los resultados positivos de los juegos serios. El resultado común que se detectó en los juegos serios fue la adquisición de conocimientos por parte de los jugadores, mientras que la aplicación de juegos de entretenimiento abordó una gama más amplia de resultados afectivos, de cambio de comportamiento, perceptivos, cognitivos y fisiológicos.

Adicionalmente, Boyle et al (2016), realiza una revisión sistemática de literatura que sintetiza los impactos y resultados de los juegos serios. Este artículo es una actualización a la revisión sistemática realizada en 2012 y se centró en 143 artículos que proporcionaban pruebas de mayor calidad sobre los resultados positivos generados en dichos juegos. La revisión dio como resultado que; el resultado más común en los juegos para el aprendizaje fue su aporte en la adquisición de conocimientos. Por otro lado, los resultados positivos para los juegos de entretenimiento abordaron una gama amplia de resultados afectivos, de cambio de comportamiento, perceptivos y cognitivos y fisiológicos. Sin bien es cierto, la revisión sistemática de literatura de Boyle et al (2016) se diferencia del trabajo actual ya que no considera la visualización de datos en la misma.

Por otro lado, Meloncon y Warner (2017), presentan una revisión sistemática sobre los tipos de visualizaciones existentes para datos sanitarios y médicos. En su artículo se analizan 25 estudios, resaltando el poco acuerdo al momento de escoger la mejor manera de visualizar datos complejos que sean interpretados por un público no especializado en el área, dando paso al desarrollo de eficaces prácticas emergentes con respecto al tema de visualización de datos. Concluyen que los pictogramas, las matrices de iconos y los gráficos de barras parecen ser prometedores para la comprensión por parte de los usuarios y que las visualizaciones deben ser lo más sencillas posibles. Esta revisión sistemática se diferencia del trabajo actual debido a que no compara las visualizaciones de datos sobre resultados de juegos serios.

Como se evidencia, en la actualidad no existen aportes sólidos que evidencien la aplicación de modelos y técnicas de visualización para datos generados por juegos serios orientados a la atención y memoria. Este estudio realiza una revisión sistemática que identifique los modelos y técnicas de visualización mayormente utilizados en resultados de este tipo de juegos. Con la elaboración de una revisión sistemática, podremos evaluar información específica, guiada por una pregunta de investigación, expresando un camino de forma metodológica, tal como plantea Kitchenham y Charters (2007).

3. Métodos

Una revisión sistemática de la literatura es un medio por el cual permite evaluar e interpretar el estado actual de investigación en un campo concreto, partiendo de una o varias preguntas de investigación. En esta revisión sistemática se aplicó el método de Revisión Sistemática de la literatura de Kitchenham y Charters (2007). Que consta de las siguientes etapas:

3.1 Planificación

Se define con exactitud el alcance que tendrá la revisión sistemática, mediante el planteamiento de la principal pregunta de investigación y las que se derivan de esta. Al igual que el procedimiento para llevar a cabo la revisión sistemática, con los pasos propuestas por Kitchenham y Charters (2007).

3.1.1 Necesidad de la revisión sistemática

Es necesario realizar una revisión de literatura que cubra la explicación de los datos generados por juegos serios representados mediante modelos de visualización de datos, siendo esta una técnica de explotación de datos. Mediante esta revisión de literatura se determinará qué modelos y técnicas de visualización de datos se han utilizado para la representación de datos obtenidos en juego serios, y si existe alguna brecha de investigación por cubrir en este campo. Esta investigación sirve de base para estudios futuros que cubran las brechas encontradas sobre los estudios primarios relacionados con la visualización de datos y los juegos serios.

3.1.2 Preguntas de investigación

En primer lugar, se formulan las preguntas de investigación que se van a seguir a lo largo de la ejecución de la revisión sistemática, apoyadas en sus subpreguntas de investigación que detallan o se relacionan con la pregunta principal. Las mismas serán de ayuda para no desviar el objetivo final de la investigación. Se define la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Qué técnicas y modelos de visualización de datos se han utilizado en juegos serios orientados a la atención y memoria?

Las subpreguntas de investigación que apoyarán a la pregunta de investigación planteada son las siguientes:

- ¿Cuál es el entorno en los que se desarrolló el juego serio?
- ¿Qué técnicas de procesamiento de datos se utilizó en los resultados de los juegos serios?
- ¿Qué técnicas y modelos de visualización se utilizaron en los resultados de los juegos serios?
- ¿Como los estudios de visualización de datos se han direccionado con los juegos serios de atención y memoria?

3.1.3 Tipo de preguntas planteadas

Barbara Kitchenham y Charters (2007), definen una clasificación de preguntas de investigación basadas en el resultado esperado de las mismas, con la finalidad de identificar en qué grupo caen las preguntas planteadas. La principal pregunta de esta revisión sistemática busca identificar qué tipo de modelos de visualización de datos se están usando actualmente con referencia a juegos serios. La respuesta a la pregunta de investigación se consigue gracias al apoyo de las subpreguntas de investigación que buscan detectar el tipo de datos, entornos y resultados que han tenido dichas técnicas.

3.2 Ejecución

En esta sección se define los pasos que se siguieron para conseguir la revisión sistemática mediante la aplicación del protocolo de revisión se obtienen resultados preliminares. Los resultados serán seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión. Aquí, se obtiene una tabla en la que se resumen los resultados de la etapa de realización, la fuente de las búsquedas automáticas, los estudios potenciales y los estudios seleccionados.

3.2.1 Construcción de la cadena de búsqueda

La cadena de búsqueda se ajustó para que los resultados sean lo más apegado posible a estudios primarios que contengan métodos de visualización aplicados a juegos serios. En la Tabla 1 se evidencian todos los términos alternativos que se usaron para encontrar la cadena más adecuada a la búsqueda.

Tabla 1

Proceso para obtener la cadena de búsqueda

Concepto	Subcadena	Conector	Términos alternativos
----------	-----------	----------	-----------------------

Serious Games	Serious Games	AND	videogame, visual gam*, computer game, serious gam*, educational gam*, mobile gam*
Visualization	Visualization	AND	Data visualization, graphs, representation, image*
Data mining	Data mining	AND	data science, big data

A continuación, se muestra la cadena de búsqueda final que se aplicará en las diferentes librerías.

((Serious Game) OR (Video Game)) AND ((Visualization) OR (graphs)) AND data mining

3.2.2 Librerías utilizadas

Se realizó la búsqueda y filtrado de estudios primarios mediante las herramientas proporcionadas por cada motor de búsqueda de las siguientes librerías o base de datos definidas para esta revisión sistemática.

- ACM – Digital Library.
- IEEE Xplore – Digital Library.
- Springer Link.
- Science Direct.

En esta etapa, se encontró algunos estudios que se han publicado en más de una revista/conferencia y en este caso, se seleccionó solo la versión más completa del estudio. Se encontró pocos estudios repetidos en más de una fuente. En este caso se deberá tenerlos en cuenta una sola vez según nuestro orden de búsqueda, que es el siguiente: ACM, IEEE Xplore, Springer Link, Science Direct, etc.

Además de las librerías establecidas, se realizaron búsquedas manuales en las siguientes conferencias, Workshops, revistas y libros:

Tabla 2

Fuentes de datos consultadas

Core Conferences		
Título	Acrónimo	Core
Serious Games and Applications for Health	SeGaH	
Games and Learning Alliance Conference	GALA	
IEEE Conference in Serious Games and Virtual Worlds	VS-Games	

SCIMAGO		
País	Título	Ranking-Scimago Journal & Country Rank
United States	Games for health journal	Q2
United States	Dynamic Games and Applications	Q2
Egypt	International Journal of Computer Games Technology	Q3
Netherlands	Software Quality Journal	Q2
Switzerland	Games	Q3
United States	IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games	Q3
United States	Journal of the ACM	Q1

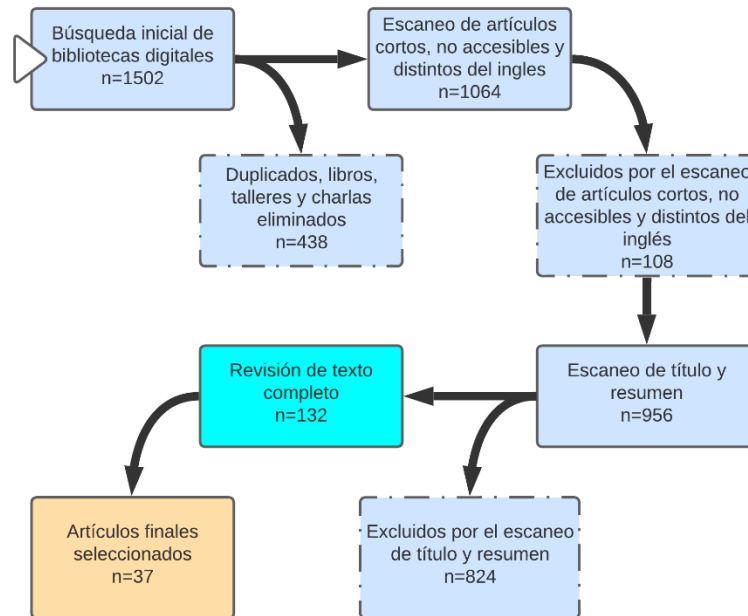
3.2.3 Selección de estudios

Se realizó la selección de estudios primarios, en la cual cada estudio que se obtiene de la búsqueda automática o de la búsqueda manual será evaluado para decidir si debe incluirse o no; considerando su título, resumen y palabras clave.

Se establecieron, además, algunos criterios para la selección de los artículos relacionados con los objetivos, pregunta y subpreguntas de investigación planteadas anteriormente. En primer lugar, se filtraron las charlas, tutoriales, documentos introductorios para ediciones especiales, libros y talleres. También, se verificó que no existan artículos duplicados sobre el mismo estudio en diferentes librerías o fuentes y así garantizar que los datos no se encuentren sesgados.

Figura 1

Proceso selección de artículos



3.2.3.1 Criterios de exclusión

Se excluyeron todos los artículos cortos que contenían menos de cinco páginas, artículos publicados antes del 2003 (debido al año hito de los juegos serios (Ritterfeld et al., 2009)), artículos no accesibles y artículos que no estén escritos en el idioma inglés.

3.2.3.2 Criterios de selección

A continuación, se analizaron por completo los artículos para determinar si presentan información sobre los modelos o las técnicas de visualización de datos en juegos serios, los artículos que cumplan con este criterio fueron incluidos para los resultados en base a los siguientes puntos:

Los estudios que cumplan con al menos uno de los siguientes criterios de inclusión serán **incluidos**.

- Estudios que presenten información sobre modelos de visualización de datos en juegos serios.
- Estudios que presenten información sobre técnicas de visualización de datos en juegos serios.

Los estudios que cumplan con al menos unos de los siguientes criterios de exclusión serán **excluidos**.

- Documentos introductorios para ediciones especiales, libros y talleres.
- Artículos duplicados sobre el mismo estudio en diferentes librerías o fuentes.
- Artículos cortos con menos de cinco páginas.
- Artículos que no estén escritos en el idioma inglés.

3.2.3.3 Preguntas subjetivas

Para la selección de estudios se considera las siguientes preguntas

- El estudio presenta cuestionamientos sobre información de juegos serios orientados a la atención y memoria
- El estudio presenta cuestionamientos sobre técnicas y modelos de visualización de datos de juegos serios

La calidad de las preguntas se evalúa mediante las posibles respuestas, que son:

+1	De acuerdo
0	Parcialmente
-1	Desacuerdo

3.2.3.4 Preguntas objetivas

Para la selección de estudios se considera la siguiente pregunta

- El estudio ha sido publicado en una revista o conferencia relevante. Las posibles respuestas a esta pregunta son:

Las posibles respuestas a estas preguntas son:

+1	Muy relevante
0	Relevante
-1	No relevante

Esta pregunta se calificó considerando el orden de relevancia proporcionado por la biblioteca digital, el ranking de conferencias CORE (conferencias A, B y C) y las listas de Journal Citation Reports (JCR).

- El estudio ha sido citado por otros autores. Las posibles respuestas a esta pregunta son:

+1	El artículo ha sido citado por más de cinco autores
0	Parcialmente
-1	El artículo no ha sido citado.

Esta pregunta se calificó considerando el recuento de citas de Google Académico. Es importante señalar que la puntuación mínima para publicaciones tempranas se considera “Parcialmente” para no penalizarlas. Como siguiente paso, se estableció una estrategia de extracción de datos que se emplea sobre los artículos seleccionados la cual se basa en proporcionar el conjunto de posibles respuestas para cada subpregunta de investigación que se haya definido. Esta estrategia, asegura la aplicación de los mismos criterios de extracción de datos a todos los trabajos seleccionados y facilita su clasificación. En el Anexo 2 se encuentran los criterios de extracción de datos establecidos para cada subpreguntas de investigación.

En relación a la cantidad de artículos obtenidos en las búsquedas fueron 1.502 artículos entre las cuatro librerías seleccionadas. A partir de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente, los resultados se redujeron a 37 artículos disponibles que se usaron para responder las preguntas de investigación planteadas y así consecuentemente realizar con ellos la extracción de datos y clasificar su información. Finalmente, se aplicaron métodos de síntesis tanto cuantitativos como cualitativos para obtener los resultados de manera más concisa y gráfica.

La **síntesis cuantitativa** se basó en:

- Contar los estudios primarios que se clasifican en cada respuesta de nuestras subpreguntas de investigación.
- Definir gráficos de burbujas para informar las frecuencias de combinar los resultados de diferentes subpreguntas de investigación. Un diagrama de burbujas es básicamente dos diagramas de dispersión x e y con burbujas en intersecciones de categorías. Este método de síntesis es útil para proporcionar un mapa, y dar una visión general rápida de un campo de investigación.
- Contar el número de artículos encontrados en cada fuente bibliográfica por año.

La **síntesis cualitativa** se basa en:

- Incluir varios estudios representativos para cada subpregunta de investigación al considerar los resultados de la evaluación de la calidad.

4. Resultados

4.1 Selección de estudios primarios

Luego de aplicar la cadena de búsqueda depurada y modificada para cada librería digital escogida previamente, junto con los mismos metadatos (título, resumen y palabras clave) y términos de búsqueda de otras fuentes que se inspeccionarán manualmente, dieron como resultado la cantidad de estudios primarios que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Cadenas de búsqueda en librerías

Librería	Cadena	Resultados
IEEE	((("Abstract":Serious Games) OR ("Publication Title":Serious Games) OR ("Author Keywords":serious games) OR ("Abstract":Video games) OR ("Publication Title":Video games) OR ("Author Keywords":Video games)) AND ((("Abstract":visualization) OR ("Publication Title":visualization) OR ("Author Keywords":visualization) OR ("Abstract":graphs) OR ("Publication Title":graphs) OR ("Author Keywords":graphs)) AND ((("Abstract":data minig) OR ("Publication Title": data mining) OR ("Author Keywords": data mining) OR ("Abstract": data science) OR ("Publication Title": data science) OR ("Author Keywords": data science)) filter 2003-2022	293
ACM	[[Publication Title: "serious games"] OR [Abstract: "serious games"] OR [Keywords: "serious games"] OR [Publication Title: "video games"] OR [Abstract: "video games"] OR [Keywords: "video games"]] AND [[Publication Title: visualization] OR [Abstract: visualization] OR [Keywords: visualization] OR [Publication Title: graphs] OR [Abstract: graphs] OR [Keywords: graphs]] AND [[Publication Title: data mining] OR [Abstract: data mining] OR [Keywords: data mining] OR [Publication Title: data science] OR [Abstract: data science] OR [Keywords: data science]] AND [Publication Date: (01/01/2003 TO 12/31/2022)]	137
Science direct	(serious games OR video game) AND (visualization OR graphs) AND (data mining OR data science) 2003-2022	70
SpringerLink	'("serious games" OR "visual games") AND visualization AND ("data mining" OR "data science" OR "big data")'	1002

Es importante recalcar que los resultados de la Tabla 3, representan la filtración de datos sólo por parte de la cadena de búsqueda. Posteriormente se filtraron todos los trabajos que se encontraban duplicados en las diferentes librerías, dejando solo trabajos únicos, también se eliminaron los documentos que pertenecen a libros y charlas, dando como resultado un total de 1064 estudios primarios restantes. También se aplicó el criterio de exclusión del idioma inglés y el criterio de longitud mínima de cinco páginas del artículo, lo que dejó un total de 956 estudios primarios. Estos resultados pasaron por un filtro de lectura, donde cada artículo fue sometido al análisis del título, resumen y contenido dándonos 37 estudios primarios que se relacionan directamente con modelos de visualización para datos de juegos serios. Con la aplicación de estos filtros y la revisión manual mediante la lectura, garantizando que cada uno de los 37 artículos finales se relacionan con métodos de visualización y juegos serios.

5. Discusión

Para la primera subpreguntas de investigación, según los resultados obtenidos, los criterios con mayor incidencia en los estudios primarios analizados fue el EC4 y el EC5, mismos que se describen a continuación:

EC4: Entorno de implementación

La mayoría de los juegos serios se construyen bajo distintos entornos o usando varias tecnologías para su implementación. Así, en este estudio se han seleccionado los entornos de implementación más relevantes relacionados con los juegos serios y la forma en la que contribuyen a mejorar la atención y memoria de las personas.

Según los resultados expuestos se identificó que existen 34 estudios que plantean soluciones de juegos serios mediante la implementación de 2D/3D (S1-S5, S7-S10, S12-S14 y S16-S37). Los entornos de implementación 2D/3D se han visto mayormente utilizados en la aplicación de juegos serios debido a los actuales motores de desarrollo para videojuegos y en la capacidad de cómputo que actualmente se tiene en computadores personales que permite implementarlos de esta forma.

Por otro lado, a través de los resultados se identificó que existe un 5% de artículos que se centran en implementar soluciones mediante tecnologías nuevas como lo son los dispositivos móviles o a través de la realidad mixta. Se encontró únicamente un estudio (S31) que se implementó mediante una aplicación móvil llamada MANTRA, la cual es un juego serio para la educación sanitaria pública en Nepal. Este juego serio ayuda a aumentar la resiliencia de las madres y los niños en las zonas rurales antes, durante y después de las catástrofes en Nepal.

Se identificó que existe una brecha de investigación de juegos serios mediante dispositivos móviles, si bien existe un camino de desarrollo de varios años, aún existe una brecha en cuanto a construcción de aplicaciones en este tipo de dispositivos. Es necesario recalcar que 63 % de la población total del mundo ya cuenta con un teléfono móvil (We Are Social & Hootsuite, 2022), de tal forma que los juegos serios para la atención y memoria, tienen gran margen de desarrollo para el futuro.

EC5: Subsistemas cognitivos que interactúan

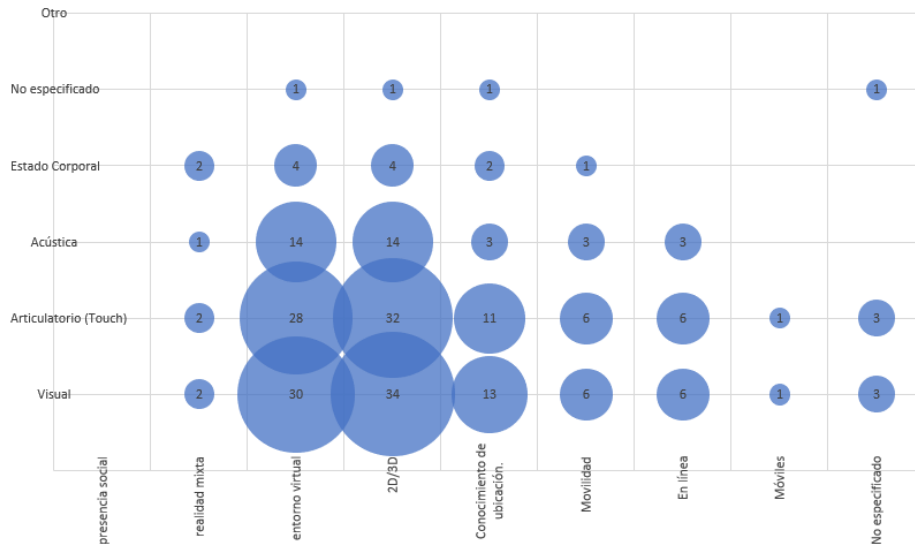
En los juegos serios existen varios subsistemas cognitivos que interactúan en su uso, en esta investigación se seleccionaron los subsistemas cognitivos más relevantes que ayudan a mejorar la atención y memoria. Aproximadamente un 90% de artículos aplican el subsistema cognitivo visual, o más conocido como sentido visual (S1-S37), y el subsistema articulario conocido como el sentido del tacto(S3-S37), este resultado es predecible, ya que gran parte de los juegos serios utilizan una computadora o dispositivo electrónico, por tanto, necesitan de los subsistemas cognitivos mencionados para interactuar con ellos.

El subsistema cognitivo acústico (sentido del oído) se aplica en 15 artículos para juegos serios (S5, S6, S10, S14, S17, S18, S22, S24-S27, S32, S35-S37), por ejemplo, S5 desarrollaron una aplicación para estudiantes de informática de los cursos iniciales, el cual, ayuda a entender fácilmente algoritmos básicos de ordenamiento. Este juego serio utiliza efectos sonoros positivos y negativos, mediante los cuales se proporciona una retroalimentación a los alumnos si sus pasos son correctos o incorrectos. Por otro lado, S17 se desarrolla un simulador de conducción cuya finalidad es que los alumnos experimenten situaciones que son imposibles en el mundo real por razones de riesgo, coste tiempo del instructor, entre otras. Estas situaciones en el juego vienen acompañadas de sonidos para darle más realismo al juego. La implementación de juegos serios que utilicen el subsistema cognitivo acústico podría ser muy beneficioso para que personas con discapacidades visuales se beneficien de su uso.

La Fig. 2 muestra el eje de las ordenadas representado por EC5: Subsistemas cognitivos que interactúan, en el eje de las abscisas se representa EC4: Entorno de implementación

Figura 2

Comparación entre EC5: Subsistemas cognitivos que interactúan y EC4: Entorno de implementación



Para la segunda subpregunta de investigación el criterio con mayor incidencia en los estudios primarios analizados fue el EC6, misma que se describe a continuación:

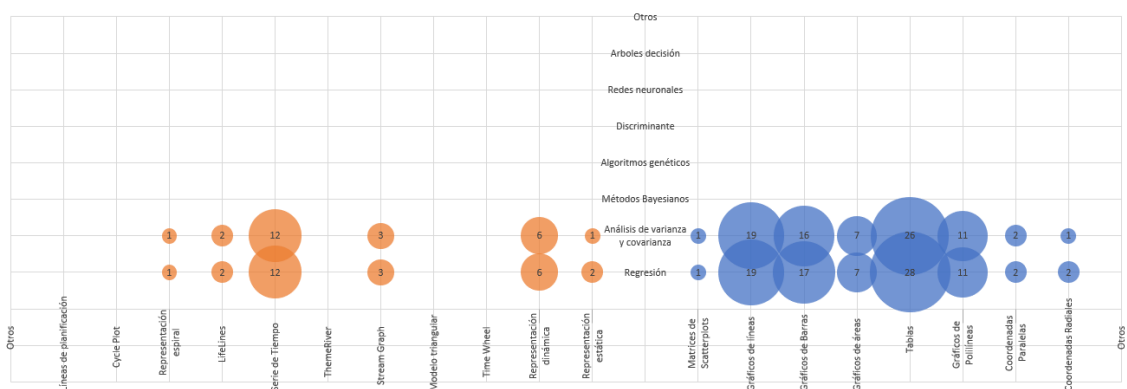
EC6: Predictivas

Para obtener resultados confiables con los datos de juegos serios, es necesario depurarlos o limpiarlos a través de técnicas de procesamiento. En este estudio se han seleccionado las técnicas de procesamiento de datos más importantes y más utilizadas actualmente. Se encontró alrededor de un 80% de los artículos que aplican técnicas predictivas de procesamiento de sus datos obtenidos de la interacción de los juegos. Alrededor de 30 estudios (S1, S2, S4, S5, S7, S9-S15, S15-S21, S23-S30, S32, S33 y S35-S37) aplican la regresión, mientras que 27 (S2, S4, S5, S7, S8, S10-S15, S17-S21, S23-S27, S29, S30, S32 y S35-S37) utilizan análisis de varianza y covarianza. Tan solo un 15% de los artículos utilizan técnicas de procesamiento descriptivas como Clustering (S15, S19, S35-S37) y Segmentación (S2, S3, S7, S15, S26, S35-S37). De acuerdo a ello, se evidencia que la mayoría de estudios no utilizan técnicas de procesamiento de datos complejas para tratar sus datos, debido a la limpieza de los datos o por la falta de ruido y por ende no fue necesario aplicar un preprocesamiento de datos.

La Fig. 3 se observa que el eje de las ordenadas está representado por EC6: Predictivas porque el eje de las abscisas está representado por EC9: Basada en ejes y EC12: Mapeo del tiempo

Figura 3

Comparación entre EC6: Predictivas y EC9: Basada en ejes, EC12: Mapeo del tiempo



Para la tercera subpregunta de investigación el criterio con mayor incidencia en los estudios primarios analizados fue el EC9, misma que se describe a continuación:

EC9: Basada en ejes

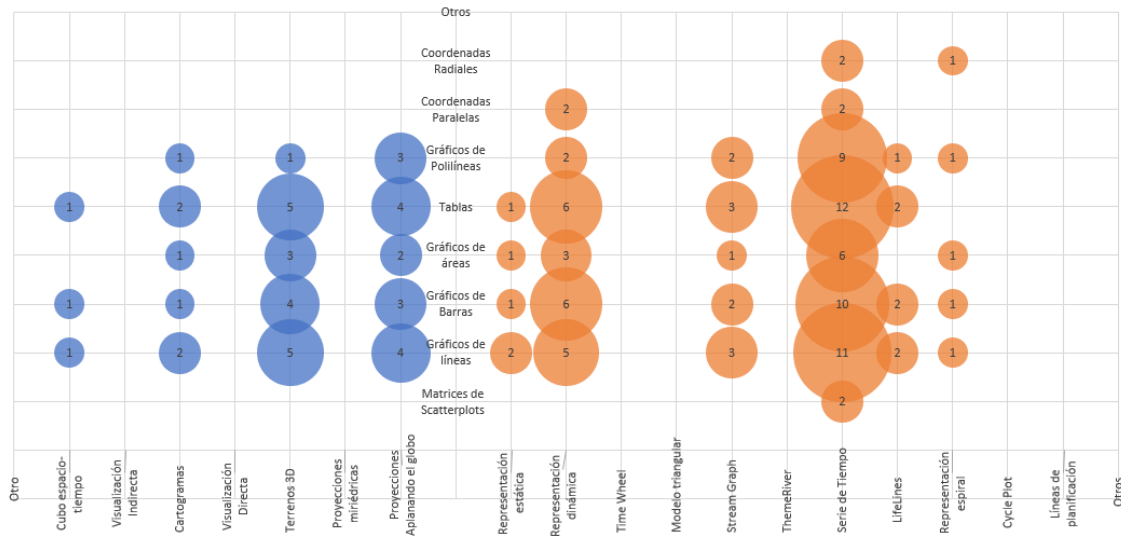
Varios modelos y técnicas de visualización de datos se utilizan en los datos en juegos serios; las técnicas basadas en ejes son las más comunes por su simplicidad y compatibilidad con todo tipo de datos. En esta investigación se evidencia que la mayoría de artículos optan por utilizar la técnica de tablas (S2, S5-S37), los gráficos de líneas (S1, S2, S4, S8, S11, S13-S15, S17-S19, S21, S23-S25, S27, S29, S32, S34-S36) y gráficos de barras (S2, S4, S5, S7, S9, S11, S13-S15, S17-S19, S21, S23, S25, S34-S36) para representar sus datos, ya que son los más utilizados y no requieren de conocimientos técnicos complejos para su elaboración; Excel es un ejemplo de herramienta que permite construir de forma ágil y rápida este tipo de gráficos.

Tan solo un aproximado del 20% de estudios utilizan modelos o técnicas de visualización como modelos orientados a píxeles, técnicas de mapeo del tiempo, modelos geoespaciales y espacio-temporales y grafos como redes y árboles. Los cuales agilizan la representación de datos de forma efectiva y rápida en un solo vistazo. Este resultado puede sustentarse dado que estas técnicas y modelos antes mencionadas para su elaboración requieren de un desarrollo técnico complejo y así mismo, no existen herramientas de fácil acceso para generar estos gráficos. Por ejemplo, en S25 se aplica un videojuego en 3D mediante Realidad Virtual (VR) para captar e investigar el patrón de ciber enfermedad (Cybersickness en inglés). En el estudio recopilaban información mediante electroencefalogramas realizados al momento de usar el videojuego y presentaron los resultados a través de un gráfico tipo cubo espacio-tiempo, el cual muestra una comparación del modelado del estado cerebral cuando se experimenta ciber enfermedad. El gráfico demuestra a detalle qué región cerebral está más activa cuando el sujeto experimenta ciber enfermedad, esta se indica con el color rojo oscuro.

La Fig. 4 se representa en el eje de las ordenadas por EC9: Basada en ejes, en el eje de las abscisas se representa EC12: Mapeo del tiempo y EC13: Geoespaciales y Espacio-Temporales.

Figura 4

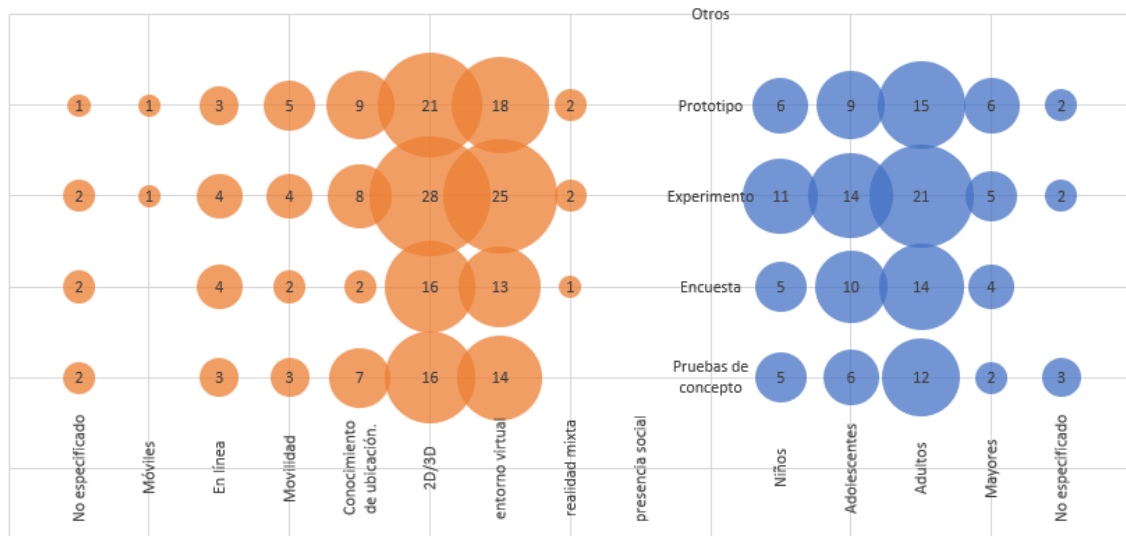
Comparación entre EC9: Basada en ejes y EC12: Mapeo del tiempo, EC13: Geoespaciales y Espacio-Temporales



Por último, en la Fig. 5 se muestra en el eje de ordenadas EC15: Tipo de validación y en el eje de las abscisas EC1: Edad, y EC4: Entorno de implementación.

Figura 5

Comparación entre EC15: Tipo de validación y EC1: Edad, EC4: Entorno de implementación.



Esta investigación se diferencia de otras revisiones sistemáticas realizadas sobre juegos serios encontradas como, por ejemplo, Lau et al (2017) en donde realizan una revisión sistemática sobre juegos serios orientados a trastornos mentales. Ellos se centran en evaluar la efectividad que proporcionan los juegos serios sobre diferentes trastornos, pero no aplican otros criterios de extracción como técnicas de procesamiento de datos y modelos de visualización de datos. Por otro lado, Boyle et al (2016) en su revisión sistemática sintetiza los impactos y resultados de los juegos serios encontrados hasta esa fecha, en el analiza los fines de juego, resultados de aprendizaje y comportamiento, resultados de las habilidades sociales y blandas, entre otras. De igual manera Boyle et al (2016) no incluye en su revisión sistemática técnicas de procesamiento de datos y modelos de visualización de datos.

Por otro lado, existen revisiones sistemáticas sobre modelos de visualización de datos como, por ejemplo, Meloncon y Warner (2017), donde realizan una revisión sistemática sobre las visualizaciones de datos en contextos sanitarios y médicos. En su estudio se centran en recopilar qué modelos o técnicas de visualización de datos son utilizadas en los artículos encontrados y concluyen que los pictogramas, las matrices de iconos y los gráficos de barras parecen ser prometedores para la comprensión por parte de los usuarios y que las visualizaciones deben ser lo más sencillas posibles. Esta revisión sistemática se diferencia del trabajo actual debido que no considera visualizaciones sobre resultados de juegos serios y tampoco considera técnicas de procesamiento de datos.

6. Conclusión

La revisión de la literatura determina que el entorno de desarrollo más frecuente es sobre adolescentes y adultos. Asimismo, el género de simulación e implementaciones más relevantes es sobre entornos 2D/3D. Se encontró que el tipo de visualización de datos más utilizada son: las basadas en ejes; estas visualizaciones se utilizan habitualmente por su simplicidad y compatibilidad con todo tipo de datos resultado. Usualmente, se aplican técnicas predictivas de procesamiento a los datos. No se utilizan técnicas de procesamiento de datos complejas, debido a que este tipo de operaciones no necesitan una limpieza de datos. Los estudios de visualización de datos se han direccionado, en su mayor parte, por medio de experimentos y prototipos. Se encontraron brechas de investigación importantes en nuevas tecnologías como móviles y realidad mixta, existen también pocos aportes en estudios para adultos mayores, especialmente en la atención y memoria. Se recomienda como trabajo futuro la investigación de las causas por la cuales no se aplican técnicas de visualización más elaboradas. Es posible que sea necesario la implementación de herramientas menos complejas y con mayor accesibilidad y la definición de estándares o procesos que logren una recolección de datos eficiente. Esta revisión sistemática contribuye de manera única analizando diferentes técnicas y modelos de visualización de datos, así como las técnicas de procesamiento de datos en juegos serios.

7. Referencias

- Adamo-Villani, N., Haley-Hermiz, T., & Cutler, R. (2013). Using a Serious Game Approach to Teach “Operator Precedence” to Introductory Programming Students. *2013 17th International Conference on Information Visualisation*, 523–526. <https://doi.org/10.1109/IV.2013.70>
- Afyouni, I., Rehman, F. U., Qamar, A., Ahmad, A., Rahman, M. A., & Basalamah, S. (2014). A GIS-based serious game recommender for online physical therapy. *Proceedings of the Third ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Public Health*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2676629.2676634>
- Alonso-Fernandez, C., Calvo, A., Freire, M., Martinez-Ortiz, I., & Fernandez-Manjon, B. (2017). Systematizing game learning analytics for serious games. *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1111–1118. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942988>
- Alonso-Fernandez, C., Calvo-Morata, A., Freire, M., Martinez-Ortiz, I., & Manjon, B. F. (2021). Data science meets standardized game learning analytics. *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1546–1552. <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9454134>
- Amresh, A., Femiani, J., Fairfield, J., & Fairfield, A. (2013). UAV Sensor Operator Training Enhancement through Heat Map Analysis. *2013 17th International Conference on Information Visualisation*, 457–461. <https://doi.org/10.1109/IV.2013.60>
- Andrés, P. M. L., Arbeloa, F. J. S., Moreno, J. L., & de Carvalho, C. V. (2014). TimeMesh. *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction - Interacción '14*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/2662253.2662353>
- Atmaja, P. W., & Parluka, R. (2020). Designing Serious Games for Effective Customer Engagement in Tourism: A Preliminary Study. *2020 6th Information Technology International Seminar (ITIS)*, 63–68. <https://doi.org/10.1109/ITIS50118.2020.9320975>
- B. Kitchenham and S. Charters. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.
- Baron, H. B., Rojas, M. M., Diaz, J. T., & Contreras, A. V. (2014). Graph Isomorphism in Fuzzy Cognitive Maps for Monitoring of Game-Based Learning. *2014 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*, 304–310. <https://doi.org/10.1109/INCoS.2014.117>
- Baschieri, D., Gaspari, M., & Zini, F. (2018). A Planning-Based Serious Game for Cognitive Rehabilitation in Multiple Sclerosis. *Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good - Goodtechs '18*, 214–219. <https://doi.org/10.1145/3284869.3284916>
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Broderick, J., Duggan, J., & Redfern, S. (2016). Using game engines for marine visualisation and collaboration. *2016 International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC)*, 96–101. <https://doi.org/10.1109/ICIVC.2016.7571280>
- Camara, S., Nisi, V., & Romão, T. (2021). Enhancing Children Spatial Skills with Augmented Reality Serious Games. *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 94–100. <https://doi.org/10.1145/3450337.3483470>
- Carr, D. (2010). Visual Computer Game Features for Teaching Relativity. *2010 Seventh International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization*, 35–40. <https://doi.org/10.1109/CGIV.2010.13>
- Cecotti, H., Callaghan, M., Foucher, B., & Joslain, S. (2021). Serious Game for Medical Imaging in Fully Immersive Virtual Reality. *2021 IEEE International Conference on Engineering*,

- Technology & Education (TALE)*, 615–621.
<https://doi.org/10.1109/TALE52509.2021.9678721>
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661–686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Cornforth, D. J., & Adam, M. T. P. (2015). Cluster Evaluation, Description, and Interpretation for Serious Games. In *Serious Games Analytics* (pp. 135–155). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05834-4_6
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., & Wiemeyer, J. (2016). Introduction. In *Serious Games* (pp. 1–34). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1_1
- Ekanayake, H., Backlund, P., Ziemke, T., Ramberg, R., & Hewagamage, K. (2010). Game interaction state graphs for evaluation of user engagement in explorative and experience-based training games. *2010 International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTER)*, 40–44. <https://doi.org/10.1109/ICTER.2010.5643272>
- Feltwell, T., Cielniak, G., Dickinson, P., Kirman, B. J., & Lawson, S. (2015). Dendrogram Visualization as a Game Design Tool. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 505–510. <https://doi.org/10.1145/2793107.2810284>
- Goncalves, T., Vieira, P., Afonso, A. P., Carmo, M. B., & Moucho, T. (2018). Analysing Player Performance with Animated Maps. *2018 22nd International Conference Information Visualisation (IV)*, 103–109. <https://doi.org/10.1109/iV.2018.00028>
- Jimenez, E., Mitchell, K., & Seron, F. (2011). Capture and Analysis of Racing Gameplay Metrics. *IEEE Software*, 28(5), 46–52. <https://doi.org/10.1109/MS.2011.71>
- Jones, J. R., Balci, O., & Norton, A. (2015). A Cloud Software System for Visualization of Game-Based Learning Data Collected on Mobile Devices. *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference*, 1080–1090.
- Khaitami, Wibawa, A. D., Mardi, S., Nugroho, S., & Khoirunnisaa, A. Z. (2019). EEG Visualization for Cybersickness Detection During Playing 3D Video Games. *2019 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 325–330. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2019.8937083>
- Kirk, A. (2016). *Data Visualisation: A Handbook for Data Driven Design*. SAGE.
- Lau, H. M., Smit, J. H., Fleming, T. M., & Riper, H. (2017). Serious Games for Mental Health: Are They Accessible, Feasible, and Effective? A Systematic Review and Meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00209>
- Leon-Paredes, G. A., Bravo-Quezada, O. G., Sacoto-Cabrera, E. J., Pizarro-Gordillo, O. F., Vintimilla-Tapia, P. E., Bravo-Torres, J. F., & Cabrera-Chica, W. P. (2020). Virtual reality and data analysis based platform for urban mobility awareness as a tool for road education. *2020 IEEE ANDESCON*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272084>
- Liu, M., Kang, J., Lee, J., Winzeler, E., & Liu, S. (2015). Examining Through Visualization What Tools Learners Access as They Play a Serious Game for Middle School Science. In *Serious Games Analytics* (pp. 181–208). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05834-4_8
- Liu, M., Lee, J., Kang, J., & Liu, S. (2016). What We Can Learn from the Data: A Multiple-Case Study Examining Behavior Patterns by Students with Different Characteristics in Using a Serious Game. *Technology, Knowledge and Learning*, 21(1), 33–57. <https://doi.org/10.1007/s10758-015-9263-7>
- Marques, B. R. C., Levitt, S. P., & Nixon, K. J. (2012). Video games as a medium for software education. *2012 IEEE International Games Innovation Conference*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IGIC.2012.6329850>
- Meloncon, L., & Warner, E. (2017). Data visualizations: A literature review and opportunities for technical and professional communication. *2017 IEEE International Professional Communication Conference (ProComm)*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/IPCC.2017.8013960>
- Minović, M., Milovanović, M., Šošević, U., & Conde González, M. Á. (2015). Visualisation of student learning model in serious games. *Computers in Human Behavior*, 47, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.005>

- Moradi, M., & Noor, N. F. B. M. (2022). The Impact of Problem-Based Serious Games on Learning Motivation. *IEEE Access*, 10, 8339–8349. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3140434>
- Oslejsek, R., Rusnak, V., Burska, K., Svabensky, V., & Vykopal, J. (2019). Visual Feedback for Players of Multi-Level Capture the Flag Games: Field Usability Study. *2019 IEEE Symposium on Visualization for Cyber Security (VizSec)*, 1–11. <https://doi.org/10.1109/VizSec48167.2019.9161386>
- Perez-Colado, I. J., Rotaru, D. C., Freire-Moran, M., Martinez-Ortiz, I., & Fernandez-Manjon, B. (2018). Multi-Level Game Learning Analytics for Serious Games. *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2018.8493435>
- Po, L., & Bikakis, N. (2020). *Synthesis Lectures on Data, Semantics, and Knowledge*. <https://www.morganclaypool.com/doi/abs/10.2200/S00967ED1V01Y201911WBE019>
- R. Gogonis, A., & Ratan, R. (2021). Using Video Games to Help Visualize and Teach Microbiological Concepts. *ACM International Conference on Interactive Media Experiences*, 264–266. <https://doi.org/10.1145/3452918.3468027>
- Rice, M., Wan, M., Foo, M.-H., Ng, J., Wai, Z., Kwok, J., Lee, S., & Teo, L. (2011). Evaluating gesture-based games with older adults on a large screen display. *Proceedings of the 2011 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, 17–24. <https://doi.org/10.1145/2018556.2018560>
- Ritterfeld, U., Cody, M., & Peter, V. (2009). *Serious Games: Mechanisms and Effects*. Routledge.
- Ruiperez-Valiente, J. A., Gomez, M. J., Martinez, P. A., & Kim, Y. J. (2021). Ideating and Developing a Visualization Dashboard to Support Teachers Using Educational Games in the Classroom. *IEEE Access*, 9, 83467–83481. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3086703>
- Sang C. Suh, & Thomas Anthony. (2017). *Big Data and Visual Analytics* (S. C. Suh & T. Anthony, Eds.; 1st ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63917-8>
- Sarlo, B. B., Foster, A. E. L., & Wachowiak, M. P. (2012). A visualization framework for simulating fuel consumption through serious games. *2012 17th International Conference on Computer Games (CGAMES)*, 103–107. <https://doi.org/10.1109/CGames.2012.6314559>
- Serrano-Laguna, A., & Fernandez-Manjon, B. (2014). Applying learning analytics to simplify serious games deployment in the classroom. *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 872–877. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826199>
- Soares, F., Carvalho, V., Silva, J., Pereira, A. P., Moreira, F., & Matos, D. (2017). Technology and special educational needs: Let's play "Doing Good Deeds!" *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1482–1487. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943044>
- Soriano, D., Arjyal, A., Baral, S., Boscor, A., Mueller, S., Hearn, G. J., Saville, N. M., Fordham, M., le Masson, V., & Kostkova, P. (2018). Engaging Pictograms! A Methodology for Graphic Design in Enhancing Player Engagement. *Proceedings of the 2018 International Conference on Digital Health*, 30–34. <https://doi.org/10.1145/3194658.3194673>
- van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., Modderman, J., & Bas, M. (2011). A test case for GameDNA: Conceptualizing a serious game to measure personality traits. *2011 16th International Conference on Computer Games (CGAMES)*, 217–222. <https://doi.org/10.1109/CGAMES.2011.6000342>
- Varano, S., Bignon, J.-C., & Bur, D. (2008). A Graphic Representation System as an Aid to Memorization of Archaeological and Architectural Knowledge. *2008 International Conference Visualisation*, 55–59. <https://doi.org/10.1109/VIS.2008.12>
- Wallner, G., & Kriglstein, S. (2020). Masterclass on Information Visualization for Games Research. In *Extended Abstracts of the 2020 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 3–4). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3383668.3419849>
- Wattanasoontorn, V., Boada, I., García, R., & Sbert, M. (2013). Serious games for health. *Entertainment Computing*, 4(4), 231–247. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002>

- We Are Social, & Hootsuite. (2022, April 21). *MORE THAN 5 BILLION PEOPLE NOW USE THE INTERNET*. <https://Wearesocial.Com/Uk/Blog/2022/04/More-than-5-Billion-People-Now-Use-the-Internet/> .
- Yohannis, A., & Prabowo, Y. (2015). Sort Attack: Visualization and Gamification of Sorting Algorithm Learning. *2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2015.7295785>

8. Anexos

Anexo 1

Estudios primarios seleccionados

key	Librería	Título
S1	IEEE	Using game engines for marine visualisation and collaboration
S2	IEEE	Systematizing game learning analytics for serious games
S3	IEEE	UAV Sensor Operator Training Enhancement through Heat Map Analysis
S4	IEEE	Multi-Level Game Learning Analytics for Serious Games
S5	IEEE	Sort Attack: Visualization and Gamification of Sorting Algorithm Learning
S6	IEEE	A test case for GameDNA: Conceptualizing a serious game to measure personality traits
S7	IEEE	The Impact of Problem-Based Serious Games on Learning Motivation
S8	IEEE	A Graphic Representation System as an Aid to Memorization of Archaeological and Architectural Knowledge
S9	IEEE	Designing Serious Games for Effective Customer Engagement in Tourism: A Preliminary Study
S10	IEEE	Using a Serious Game Approach to Teach 'Operator Precedence' to Introductory Programming Students
S11	IEEE	Data science meets standardized game learning analytics
S12	IEEE	Applying learning analytics to simplify serious games deployment in the classroom
S13	IEEE	A visualization framework for simulating fuel consumption through serious games
S14	IEEE	Analysing Player Performance with Animated Maps
S15	IEEE	Visual Feedback for Players of Multi-Level Capture the Flag Games: Field Usability Study
S16	IEEE	Technology and special educational needs: Let's play "Doing Good Deeds!"
S17	IEEE	Game interaction state graphs for evaluation of user engagement in explorative and experience-based training games
S18	IEEE	Capture and Analysis of Racing Gameplay Metrics
S19	IEEE	Ideating and Developing a Visualization Dashboard to Support Teachers Using Educational Games in the Classroom
S20	IEEE	Video games as a medium for software education
S21	IEEE	Graph Isomorphism in Fuzzy Cognitive Maps for Monitoring of Game-Based Learning
S22	IEEE	Serious Game for Medical Imaging in Fully Immersive Virtual Reality
S23	IEEE	Virtual reality and data analysis based platform for urban mobility awareness as a tool for road education
S24	IEEE	Visual Computer Game Features for Teaching Relativity
S25	IEEE	EEG Visualization for Cybersickness Detection During Playing 3D Video Games
S26	ACM	Evaluating Gesture-Based Games with Older Adults on a Large Screen Display
S27	ACM	TimeMesh: Producing and Evaluating a Serious Game
S28	ACM	Enhancing Children Spatial Skills with Augmented Reality Serious Games
S29	ACM	A GIS-Based Serious Game Recommender for Online Physical Therapy
S30	ACM	A Planning-Based Serious Game for Cognitive Rehabilitation in Multiple Sclerosis
S31	ACM	Engaging Pictograms! A Methodology for Graphic Design in Enhancing Player Engagement: As Applied to the Design of a Serious Game for Nepalese Women with Low Literacy

S32	ACM	Using Video Games to Help Visualize and Teach Microbiological Concepts: A Study Analyzing the Learning Implications of a Video Game in Comparison to a Traditional Method
S33	Science Direct	Visualisation of student learning model in serious games
S34	Science Direct	Serious games for health
S35	Springer	Examining Through Visualization What Tools Learners Access as They Play a Serious Game for Middle School Science
S36	Springer	What We Can Learn from the Data: A Multiple-Case Study Examining Behavior Patterns by Students with Different Characteristics in Using a Serious Game
S37	Springer	Cluster Evaluation, Description, and Interpretation for Serious Games

Anexo 2

Crterios de extracción de datos

RQ1: ¿Cuál es el entorno en el que se desarrolló el juego serio?		
EC1	Edad	Niños
		Adolescentes
		Adultos
		Mayores
		No especificado
EC2	Jugadores	Un jugador
		Múltiples jugadores
		No especificado
EC3	Género	Acción
		Aventura
		Educativo
		Conducción
		Juego de rol (RPG)
		Simulación
		Deporte
		Salud
		Estrategia
		No especificado
		Otros
EC4	Entorno de implementación	Presencia social
		Realidad mixta
		Entorno virtual
		2D/3D
		Conocimiento de ubicación.
		Movilidad
		En línea
		Móviles
		No especificado
EC5		Visual

	Subsistemas cognitivos que interactúan	Articulatorio (Touch)
		Acústica
		Estado Corporal
		No especificado
		Otro
RQ2: ¿Qué técnicas de procesamiento de datos se utilizó en los resultados de los juegos serios?		
EC6	Predictivas	Regresión
		Análisis de varianza y covarianza
		Métodos Bayesianos
		Algoritmos genéticos
		Discriminante
		Redes neuronales
		Arboles decisión
EC7	Descriptivas	Clustering
		Segmentación
		Asociación
		Dependencia
		Reducción de dimensión
		Análisis exploratorio
		Escalamiento multidimensional
EC8	Técnicas auxiliares	Proceso analítico de transacciones (OLAP)
		SQL y herramientas de consulta
		Reporting
RQ3: ¿Qué técnicas y modelos de visualización se utilizaron en los resultados de los juegos serios?		
EC9	Basada en ejes	Matrices de Scatterplots
		Gráficos de líneas
		Gráficos de Barras
		Gráficos de áreas
		Tablas
		Coordenadas Paralelas (gráfico polilíneas)
		Coordenadas Radiales (gráfico polilíneas)
EC10	Basadas en Glifos	Caras de Chernoff
		Auto glifos como grilla
EC11	Orientadas a Píxeles	Si
		No
EC12	Mapeo del tiempo	Representación estática
		Representación dinámica
		Time Wheel
		Modelo triangular
		Stream Graph
		ThemeRiver
		Serie de Tiempo
		LifeLines
		Representación espiral
		Cycle Plot

		Líneas de planificación
EC13	Geoespaciales y Espacio-Temporales	Proyecciones Aplanando el globo
		Proyecciones miriédricas
		Terrenos 3D
		Visualización Directa
		Cartogramas
		Visualización Indirecta
		Cubo espacio-tiempo
EC14	Grafos Redes y Árboles	Nodo-Enlace
		Matriciales
		Representaciones Implícitas
		Híbridas
		Grafos compuestos multivariados
RQ4: ¿Como los estudios de visualización de datos se han direccionado con los juegos serios de atención y memoria?		
EC15	Tipo de validación	Pruebas de concepto
		Encuesta
		Experimento
		Prototipo
		Otros
EC16	Alcance del enfoque	Industria
		Academia
EC17	Metodología	Nuevo
		Extensión