



FACULTAD DE INFORMATICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Juegos Serios Educativos Digitales Orientados a la Enseñanza de la Matemática en Educación Secundaria. Estado del Arte

Mariana Gubaró

Directora: Dra. Cecilia Sanz

Co-Directora: Dra. Verónica Artola

Trabajo Final Integrador presentado para obtener el grado de
Especialista en Tecnología Informática Aplicada en Educación

Diciembre 2024

La Plata, Argentina

Agradecimientos

A mis directoras, Cecilia Sanz y Verónica Artola, por su invaluable apoyo, consejos y dedicación, que me permitieron completar esta etapa. En especial a Cecilia, por las oportunidades brindadas, por invitarme a participar en proyectos de investigación y por motivarme a superarme continuamente; por enseñarme no solo contenidos, sino también a ser una mejor docente.

A la Universidad Nacional de La Plata, especialmente a la Facultad de Informática, por ofrecerme la oportunidad de estudiar y crecer profesionalmente.

A mi esposo Marcos, por su constante compañía y apoyo incondicional, que hicieron posibles las largas horas de estudio y trabajo necesarias para completar esta Especialización, y por animarme a continuar en los momentos difíciles.

A mis hijos, por creer siempre en mis posibilidades y alentarme a crecer continuamente.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos.....	3
Índice de Figuras.....	5
Índice de Tablas.....	6
Resumen.....	7
Capítulo 1: Introducción.....	8
1.1 Introducción.....	9
1.2 Motivación.....	9
1.3 Objetivos.....	12
1.4 Metodología de investigación.....	13
1.5 Estructura del informe.....	13
Capítulo 2: Aspectos Metodológicos.....	14
2.1 Introducción.....	15
2.2 Metodología.....	15
2.3 Preguntas que orientan la investigación.....	15
2.4. Criterios de selección.....	16
2.5. Estrategias de búsquedas.....	17
2.6. Artículos incluidos.....	20
2.7. Artículos excluidos.....	21
Capítulo 3: Resultados.....	23
3.1 Introducción.....	24
3.2 Identificación de los artículos seleccionados.....	24
3.3 Información analizada.....	25
3.4 Características de los Juegos Serios Educativos.....	25
3.4.1 P1: Existencia de desarrollos o experiencias de aplicación de JS para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática en el nivel medio en Iberoamérica. Trayecto educativo en el que se enfocan. País de origen de la experiencia.....	25
3.4.2 P2: Conocimientos o temas matemáticos que se abordan. Qué sistemas de representación de los objetos matemáticos se aplican en estos temas.....	26
3.4.3 P3: Propósitos Didácticos. Estrategias Cognitivas Involucradas en el Desarrollo del Juego o la Experiencia.....	28
3.4.4 P4. Tiempo requerido para las distintas experiencias de los usuarios con los JS y sus evaluaciones complementarias.....	31
3.4.5 P5. Caracterización y clasificación de los JS. Modo de juego de los usuarios.....	32
3.4.6 P6. Licencia de uso. Dispositivos.....	33

3.5 Impactos en el aprendizaje de la matemática.....	34
3.5.1. P7. Evaluación del impacto respecto al aprendizaje de la matemática. Técnicas y métodos utilizados para obtener evidencia empírica sobre los resultados.....	34
3.5.2. P8. ¿Qué resultados se han obtenido en relación al aprendizaje de la matemática? 37	
Capítulo 4: Discusión.....	38
4.1 Introducción.....	39
4.2 JS que presentan mayores impactos en el aprendizaje de la matemática.....	40
4.3 Relaciones entre los JS destacados y las estrategias cognitivas.....	41
4.4 Relaciones entre los JS destacados y los sistemas de representación de los objetos matemáticos en el desarrollo de la propuesta.....	42
4.5 Relaciones entre los JS destacados y los propósitos didácticos.....	43
4.6 Análisis comparativo en el desarrollo de los JS y sus impactos en el aprendizaje de la matemática.....	44
4.7 Experiencias destacadas.....	45
4.7.1 Id.1 y 2: Hernández-Sabaté et al. (2015) y Albarracín et al. (2019).....	45
4.7.2 Id.11: López Vargas et al. (2022).....	46
4.8 Publicación de los principales resultados y conclusiones de la revisión sistemática.....	47
Capítulo 5: Conclusiones y Trabajos Futuros.....	48
5.1 Introducción.....	49
5.2 Conclusiones.....	49
5.3 Trabajos a futuro.....	50
Referencias Bibliográficas.....	50

Índice de Figuras

Figura 1: Trayecto educativo y edades de los usuarios en los JS desarrollados. Elaboración propia.....	26
Figura 2: Conocimientos matemáticos abordados en los JS. El número en cada sector hace referencia al total de JS que incorporan ese tema en su desarrollo. Elaboración propia.....	27
Figura 3: Sistemas de representación de los objetos matemáticos en cada uno de los JS. Elaboración propia.....	27
Figura 4: Propósitos didácticos en los JS, para cada artículo identificado. Elaboración propia.....	30
Figura 5: Estrategias cognitivas en cada uno de los JS. Elaboración propia.....	30
Figura 6: Cantidad de artículos en los que se incorpora cada una de las estrategias cognitivas. Elaboración propia.....	31
Figura 7: Licencias de uso de los JS en los artículos analizados. Elaboración propia.....	33
Figura 8: Impacto en el aprendizaje de la matemática. Técnicas utilizadas en relación a las mejoras detectadas. Elaboración propia.....	36
Figura 9: Impacto en el aprendizaje de la matemática con el uso de los JS en los artículos analizados. Elaboración propia.....	37
Figura 10: JS con impactos destacados en el aprendizaje de la matemática, resaltados con líneas discontinuas. Elaboración propia.....	40
Figura 11: Estrategias cognitivas para cada JS analizado. Los de mayores impactos en el aprendizaje de la matemática, se resaltan con líneas discontinuas. Elaboración propia.....	41
Figura 12: JS con impactos destacados en el aprendizaje de la matemática, resaltados con líneas discontinuas . Sistemas de representación para cada JS analizado. Elab. propia.....	42
Figura 13: Propósitos didácticos en el desarrollo de los JS. Los que presentan un mayor impacto en el aprendizaje de la matemática, se resaltan con líneas discontinuas. Elaboración propia.....	43
Figura 14: Análisis comparativo del impacto en el aprendizaje de la matemática, y la integración en los JS de estrategias cognitivas según Taxonomía de Bloom, sistemas de representación de los objetos matemáticos, y propósitos didácticos. Las experiencias Id 2, 4, 9, 11, se destacan con líneas de trazos. Elaboración propia.....	44

Índice de Tablas

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión de artículos para su revisión y análisis. Elaboración propia.....	16
Tabla 2: Términos de búsqueda empleados en español e inglés. Cadenas de búsqueda utilizadas. Elaboración propia.....	17
Tabla 3: Cadenas y campos de búsqueda, filtros, palabras clave aplicadas en las bases de datos; artículos totales identificados, excluidos y seleccionados en cada etapa para su lectura completa. Elaboración propia.....	19
Tabla 4: Artículos incorporados a la revisión sistemática y análisis. Elaboración propia.....	20
Tabla 5: Artículos excluidos y motivos de exclusión. Elaboración propia	22
Tabla 6: Artículos seleccionados para la investigación, ordenados por Id. Elab. propia.....	24
Tabla 7: Evaluación del impacto del JS respecto al aprendizaje de la matemática; técnicas y métodos utilizados para obtener evidencia empírica sobre los resultados. Elab. propia.....	35

Resumen

Los juegos serios educativos digitales favorecen la enseñanza de un modo general y promueven, además, habilidades que forman parte de los procesos cognitivos necesarios en el área de la matemática para abordar aprendizajes y conceptos complejos. Este trabajo ofrece una revisión sistemática de literatura que indaga sobre el desarrollo y utilización, en Iberoamérica, de juegos serios digitales orientados a la enseñanza de la matemática en el nivel medio. Se analizan y discuten los resultados con especial atención en los sistemas de representación de los objetos matemáticos involucrados, las estrategias cognitivas, los propósitos didácticos, y el impacto en el aprendizaje de la matemática junto con las técnicas aplicadas para esta medición. Entre los principales resultados analizados en este trabajo, se menciona que, en los estudios revisados, los juegos utilizados para el abordaje de estrategias cognitivas más complejas, alcanzaron mejores resultados en el aprendizaje.

Capítulo 1: Introducción

1.1 Introducción

Los juegos serios educativos digitales se presentan como un recurso valioso en el ámbito educativo, no solo por su capacidad de motivar a los estudiantes y facilitar el aprendizaje de manera lúdica, sino también por fomentar habilidades esenciales dentro de los procesos cognitivos. Esto es particularmente relevante en el aprendizaje de la matemática y en la comprensión de conceptos complejos.

El creciente interés en los últimos años por las posibilidades educativas de los juegos serios ha generado diversas investigaciones. Sin embargo, aún persiste la necesidad de contar con evidencia empírica sólida que avale su potencial educativo. Este trabajo se centra en investigar el desarrollo y la utilización de juegos serios digitales en Iberoamérica, orientados específicamente a la enseñanza de la matemática en el nivel medio.

En este capítulo se presenta la introducción a la propuesta de este Trabajo Final Integrador (TFI). En la sección 1.2 se aborda la motivación para el estudio de esta temática, seguida de la exposición de los objetivos de la investigación en la sección 1.3. La metodología utilizada se detalla en la sección 1.4, y finalmente, en la sección 1.5, se describe la estructura del TFI y el contenido de sus capítulos.

1.2 Motivación

En la sociedad de la información y la tecnología digital, la formación matemática se presenta como herramienta imprescindible para conformar sistemas de representación de la realidad y desarrollar capacidades de generalización y abstracción. La enseñanza de esta disciplina en el nivel medio, sobre la que hace foco esta investigación, está orientada a estudiantes adolescentes que en su mayoría cuentan con poca autorregulación, escasas motivaciones para el estudio y dificultades para mantener la atención.

En la enseñanza y aprendizaje de la matemática es particularmente importante el uso de diferentes sistemas de representación para la formación adecuada de los conceptos. Del Río (2017) citando a Duval (2006), indica que el único modo de acceder a los objetos matemáticos y trabajar con ellos es a través de representaciones semióticas, ya que los mismos no son accesibles físicamente. Y estos conceptos requieren de procesos cognitivos complejos, ya que “la actividad matemática requiere una coordinación interna, que ha de ser construida, entre los diversos sistemas de representación que pueden ser elegidos y usados” (Duval, 2006, p.145).

Hitt (1998) en su artículo “Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum”, analiza a partir de diferentes investigaciones las vinculaciones entre la visualización matemática y los sistemas semióticos de representación. Tomando en cuenta la importancia de comprender a cada una de las diferentes representaciones de un objeto matemático, no como elementos independientes entre sí, sino como partes de un todo, que componen un mismo sistema semiótico. Menciona también, citando a Duval (1993), que

"toda representación es parcialmente cognitiva con respecto a lo que representa", y por tanto: "La comprensión (integral) de un contenido conceptual está basada, en la coordinación de al menos dos registros de representación, y esta coordinación queda de manifiesto por medio del uso rápido y la espontaneidad de la conversión cognitiva" (p. 37)

Afirma en su trabajo, que el uso de tecnologías digitales para el aula ofrece la posibilidad de representar múltiples conceptos matemáticos facilitando la articulación entre los mismos, y de este modo, el acceso a un nivel más profundo en el aprendizaje de la matemática (Hitt, 1998).

Entre estas tecnologías se destacan los juegos serios digitales (de ahora en más se los referirá como juegos serios). Estos juegos serios, tienen como objetivo no sólo el entretenimiento del usuario, sino además objetivos adicionales como abordar la adquisición de habilidades, potenciar diversas áreas del conocimiento, promover cambios de actitud, entre otros (Sandí Delgado, 2018). Cuando los juegos serios se enfocan en objetivos educativos se los denomina juegos serios educativos, en adelante JS.

En la actualidad, los escenarios educativos han cambiado. Lion y Perosi (2019) los describen como una trama multidimensional compleja, donde se han modificado las formas de producción, circulación y distribución del conocimiento, y donde el trabajo con otros y la colaboración enriquecidas a través de redes y comunidades toma relevancia. Afirman que “los escenarios culturales contemporáneos exigen estrategias inmersivas, creativas y originales que inspiren una clase distinta para sujetos que han cambiado” (p.52), siendo necesario avanzar hacia nuevas matrices pedagógicas que alteren las secuencias lineales tradicionales.

En este contexto, afirman las autoras, los JS promueven el desarrollo de estrategias de indagación, hipotetización, transferencia de conocimientos a situaciones nuevas y resolución de problemas, como también la interacción con otros, la colaboración, y la inteligencia colectiva. Haciendo referencia a los errores en los procesos de aprendizaje, reconocen el valor del juego como motor de la experiencia que permite que aflore el buen humor. De este modo, el paso por el error en vez de resultar traumático, da lugar al análisis de las consecuencias en las decisiones tomadas, resultando también una estrategia válida para circunstancias nuevas.

Además, estas autoras indican que los juegos ofrecen contextos a través de sus relatos, que permiten contextualizar los saberes y darles sentido por fuera del aula. Citando a Prensky (2001), señalan que

“tienen atributos y técnicas particulares que ayudan a comprender mejor y más rápidamente materiales y procesos complejos, a la vez que aumentan el compromiso de las personas en su formación por la motivación que sienten de querer lograr el éxito en el juego” (p.52).

En consecuencia, entienden que los juegos serios ofrecen una oportunidad para expandir la cognición y el aprendizaje. Las habilidades que promueven, no sólo favorecen la enseñanza de un modo general, sino que además, forman parte de los procesos cognitivos necesarios en el área de la matemática, para poder abordar aprendizajes y conceptos más complejos.

En los últimos años ha crecido el interés sobre las posibilidades que ofrecen los JS en la enseñanza. Connolly et al. (2012) realizan una revisión sistemática de la literatura sobre juegos de computadora en general, y juegos serios, y analizan los posibles impactos favorables de éstos en usuarios de 14 años o más. Destacan entre los resultados positivos registrados con mayor frecuencia, los referidos a la adquisición de conocimiento y comprensión de contenidos, como así también el componente afectivo y motivacional. Asimismo, Archuby (2020) analiza trabajos de diversos autores indagando los beneficios de integrar los JS a la enseñanza. Los estudios recopilados concluyen que el uso de éstos mejora significativamente la motivación, disminuye la deserción y las tensiones en los procesos de evaluación, y contribuye a la construcción de aprendizajes duraderos.

Sin embargo, como cita López-Vargas et al. (2022), algunos estudios muestran que en este ámbito de investigación aún falta evidencia empírica que permita determinar su potencial educativo. Ke (2008), citado por Albarracín et al. (2019), corrobora en su trabajo el estímulo que ofrecen los videojuegos educativos a los estudiantes, pero encuentra que las respuestas de los mismos en su mayoría se basan en la estrategia de ensayo y error. Por lo que, en estos casos, el juego sólo favorece la motivación, pero no la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje y los conceptos involucrados en el desarrollo de la actividad.

Lion y Perosi (2019), basándose en Salomon et al. (1992), proponen considerar a los JS como herramientas que expanden las capacidades mentales de los sujetos cuando aprenden. En coincidencia con las dificultades anteriormente mencionadas, indican que no deben implementarse desde un diseño al azar, sino desde el que provoque, deliberadamente, momentos específicos de profundización en torno a determinados procesos cognitivos.

Teniendo presente la importancia de la formación matemática y su complejidad cognitiva en el aprendizaje, las evidencias de las ventajas y limitaciones que se han constatado en la implementación de JS aplicados la enseñanza, y la expansión que muestra el consumo de los juegos digitales entre los jóvenes (Observatorio de la Industria Argentina de Videojuegos de la Universidad Nacional de Rafaela, 2023; López-Noguero et al., 2022), surgen los objetivos y las preguntas que motivan esta investigación.

1.3 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo principal describir el estado del arte en relación al desarrollo de juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la matemática en el nivel medio, en Iberoamérica.

Para ello, se definen como objetivos específicos:

1. Identificar juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la matemática en el ámbito de la Educación Media en Iberoamérica¹
2. Realizar una revisión sistemática de literatura para llevar a cabo el análisis comparativo de una selección de experiencias con juegos educativos mencionados en los estudios escogidos, indagando:
 - a. país de origen
 - b. trayecto educativo y edades al que se orienta (básico, u orientado / preparatoria)
 - c. temas o conocimientos matemáticos abordados
 - d. sistemas de representación de los objetos matemáticos incorporados
 - e. propósitos didácticos y estrategias cognitivas involucradas
 - f. características del juego, clasificación
 - g. modo de juego: individual o grupal, colaborativo o competitivo
 - h. de uso libre o comercial, tipo de licencia
 - i. uso en computadoras y/o dispositivos móviles.
3. Identificar en los juegos hallados, si se han realizado estudios formales que vinculan su aplicación en el ámbito educativo con la mejora del aprendizaje. De ser así, a qué aspectos de mejora hacen referencia los hallazgos y cuáles han sido las técnicas e instrumentos utilizados para recolectar los datos.

¹ En este trabajo, se adopta como definición de Iberoamérica la proporcionada por la Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española, (<https://www.rae.es/dpd/Iberoamérica>, consulta 1/12/24), que hace referencia al conjunto de países americanos que formaron parte de los reinos de España y Portugal, incluyendo además a estos dos países. Por lo tanto, la revisión incluye a los artículos desarrollados en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Portugal, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay, Venezuela

1.4 Metodología de investigación

En este Trabajo Final Integrador la investigación adopta un enfoque descriptivo de los juegos serios educativos digitales desarrollados. Se realiza una revisión sistemática siguiendo un protocolo de búsqueda, selección y análisis (Kitchenham et al., 2009; Dieser, 2019).

El análisis comparativo del impacto en el aprendizaje de la matemática, y la integración en los JS de diferentes estrategias cognitivas, sistemas de representación de los objetos matemáticos y propósitos didácticos, permite identificar aspectos comunes y establecer relaciones entre ellos.

Como resultado, el TFI ofrece un marco de referencia para el desarrollo y uso de juegos serios educativos, y para el diseño de propuestas didácticas que los incluyan y favorezcan el aprendizaje de la matemática en el nivel secundario.

1.5 Estructura del informe

A partir de aquí, el informe se organiza de la siguiente manera: en el capítulo 2 se detallan los aspectos metodológicos para la revisión sistemática, los criterios de selección que surgen para dar respuesta a las preguntas de investigación y los artículos seleccionados; en el capítulo 3 se presentan los resultados, se responde a las preguntas que orientan a esta investigación y se lleva adelante una discusión a partir de dichas preguntas. Finalmente, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

Capítulo 2: Aspectos Metodológicos

2.1 Introducción

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos aplicados en la revisión sistemática. En la sección 2.2 se presenta la metodología aplicada, en la sección 2.3 las preguntas de investigación. Los criterios de inclusión y exclusión que han guiado la búsqueda de los trabajos publicados se detallan en la sección 2.4. En el apartado 2.5 se describen las estrategias de búsqueda, en la sección 2.6 los artículos que han sido seleccionados para su revisión luego de su lectura completa, y en la 2.7 los artículos descartados, indicando los criterios de exclusión que se han tenido en cuenta en cada caso.

2.2 Metodología

La investigación desarrollada indaga el estado del arte de los JS orientados a la enseñanza de la matemática en el nivel medio en el contexto de Iberoamérica. Para guiar esta revisión sistemática se han seguido las fases aplicadas por Dieser (2019), basadas en Petticrew y Roberts (2006). Siguiendo esta metodología, se han definido en primer lugar las preguntas de investigación, los criterios de inclusión y exclusión para determinar el tipo de estudios a seleccionar y las bases de datos.

2.3 Preguntas que orientan la investigación

A la luz de las motivaciones y objetivos expresados en el Capítulo 1, surge una serie de preguntas que orientan la investigación (**PI**):

Respecto a las características de los juegos serios educativos:

P1. ¿Se han desarrollado y/o aplicado JS para la enseñanza y aprendizaje de la matemática en el nivel medio en Iberoamérica? ¿Sobre qué trayecto educativo se enfocan y cuál es el país de origen de la experiencia?

P2. ¿Qué conocimientos o temas matemáticos se abordan? ¿Qué sistemas de representación de los objetos matemáticos se aplican en estos temas?

P3. ¿Cuáles son sus propósitos didácticos? ¿Qué estrategias cognitivas se involucran en el desarrollo del juego o la experiencia?

P4. ¿Cómo puede caracterizarse el juego, en qué categoría puede clasificarse?; ¿el modo de juego es individual o grupal?; ¿la participación de los jugadores es colaborativa o competitiva?

P5. ¿Cómo es su licencia de uso?; ¿puede utilizarse en diversos dispositivos?, ¿cuáles?

P6. ¿Cuál ha sido el tiempo requerido para las distintas experiencias de los usuarios con los JS y sus evaluaciones complementarias?

En relación a la evidencia empírica sobre los impactos y resultados positivos respecto al aprendizaje de la matemática, al implementar juegos serios educativos en su enseñanza.

P7. ¿Se ha evaluado su impacto respecto al aprendizaje de la matemática? ¿Cuáles han sido las técnicas y métodos utilizados para obtener evidencia empírica sobre estos resultados?

P8. ¿Qué resultados se han obtenido en relación al aprendizaje de la matemática?

2.4. Criterios de selección

A continuación, se establecen las características de los tipos de estudios pertinentes para dar respuesta a las preguntas de investigación. La selección se limita a:

- artículos escritos en inglés y en español
- estudios publicados en revistas de carácter científico arbitradas; en actas de conferencias y congresos (que cuenten con la revisión de pares)
- publicados o aceptados para su publicación entre enero de 2013 y marzo de 2023

Además, se definen los criterios de inclusión y exclusión para los estudios empíricos identificados, según lo detallado en la Tabla 1.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
I.1) Indagan sobre el uso de JS desarrollados para la enseñanza de la matemática, o que involucren a la matemática en el desarrollo y resolución del juego además de otras disciplinas I.2) Indagan sobre la aplicación de juegos digitales que no han sido desarrollados específicamente para la enseñanza de la matemática, pero se utilizan en secuencias didácticas para el abordaje de contenidos matemáticos I.3) Consideran estudiantes de educación secundaria como población de interés I.4) Han sido desarrollados en, al menos, un país iberoamericano.	E.1) No indagan el uso de JS sobre la población de interés. E.2) Abordan el uso de JS desde un enfoque teórico, sin mencionar experiencias de su aplicación en el ámbito educativo, o sin describir el prototipo de JS desarrollado E.3) Indagan sobre el uso de JS en contextos educativos pero no incluyen a la matemática en la experiencia desarrollada E.4) No incluyen estudiantes de educación secundaria dentro de la población de interés. E.5) Desarrollados por completo en estados no iberoamericanos E.6) Documentos que presentan sólo resúmenes o describen JS analizados en otros artículos

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión de artículos para su revisión y análisis. Elaboración propia.

2.5. Estrategias de búsquedas

La búsqueda sistematizada se realizó en inglés y español empleando cadenas de búsquedas conformadas por palabras claves, filtros y selección manual sobre títulos y resumen en base a los objetivos. Las bases de datos contempladas han sido SciELO, Redalyc, ACM, IEEE, revista NAER, ResearchGate, ScienceDirect, Google Scholar, SEDICI y revista TE&ET. En cuanto al período de tiempo, se han considerado publicaciones entre el 2013 y el 2023.

Respecto a las cadenas y campos de búsqueda en las bases de datos se utilizó el conjunto de términos descritos en la Tabla 2 a continuación. En las plataformas donde la exploración con el conjunto completo de términos arrojó resultados nulos, o no se admitían expresiones booleanas, se aplicaron búsquedas parciales o por palabras claves y filtros.

ID	Términos clave en español	Términos clave en inglés	Cadenas de búsqueda - esp	Cadenas de búsqueda - eng	Cadena de búsqueda final - esp	Cadena de búsqueda final - eng	
A	A1	juego serio	serious game	A: (A1 OR A2 OR A3) (juego serio OR juego educativo digital OR gamificación)	A: (A1 OR A2 OR A3) (serious game OR digital educational game OR gamification)	A AND B AND C (juego serio OR juego educativo digital OR gamificación) AND (matemática OR matemáticas OR matemático) AND (nivel medio OR educación secundaria OR enseñanza media OR preparatoria OR bachillerato)	A AND B AND C ("serious game" OR "digital educational game" OR gamification) AND (math OR mathematics OR mathematical) AND ("middle level" OR "secondary education" OR "middle school" OR "secondary school" OR "high school education")
	A2	juego educativo digital	digital educational game				
	A3	gamificación	gamification				
			AND	AND			
B	B1	matemática	math	B: (B1 OR B2 OR B3) (matemática OR matemáticas OR matemático)	B: (B1 OR B2 OR B3) (math OR mathematics OR mathematical)	A AND B AND C (juego serio OR juego educativo digital OR gamificación) AND (matemática OR matemáticas OR matemático) AND (nivel medio OR educación secundaria OR enseñanza media OR preparatoria OR bachillerato)	A AND B AND C ("serious game" OR "digital educational game" OR gamification) AND (math OR mathematics OR mathematical) AND ("middle level" OR "secondary education" OR "middle school" OR "secondary school" OR "high school education")
	B2	matemáticas	mathematics				
	B3	matemático	mathematical				
			AND	AND			
C	C1	nivel medio	middle level	C: (C1 OR C2 OR C3 OR C4 OR C5) (nivel medio OR educación secundaria OR enseñanza media OR preparatoria OR bachillerato)	C: (C1 OR C2 OR C3 OR C4 OR C5) (middle level OR secondary education OR middle school OR secondary school OR high school education)	A AND B AND C (juego serio OR juego educativo digital OR gamificación) AND (matemática OR matemáticas OR matemático) AND (nivel medio OR educación secundaria OR enseñanza media OR preparatoria OR bachillerato)	A AND B AND C ("serious game" OR "digital educational game" OR gamification) AND (math OR mathematics OR mathematical) AND ("middle level" OR "secondary education" OR "middle school" OR "secondary school" OR "high school education")
	C2	educación secundaria	secondary education				
	C3	enseñanza media	middle school				
	C4	preparatoria	secondary school				
	C5	bachillerato	high school education				

Tabla 2: Términos de búsqueda empleados en español e inglés. Cadenas de búsqueda utilizadas. Elaboración propia.

Las cadenas y los campos de búsqueda utilizados en cada base de datos, con la cantidad de artículos identificados, se detallan en la Tabla 3 a continuación. De estas bases de datos se obtuvieron 500 artículos. Sobre estos se realizó una primera revisión con base en la lectura de su título y resumen, aplicando los criterios establecidos. De la misma se separaron 27 estudios para su lectura completa y posterior selección o exclusión (la cantidad de artículos excluidos incluye los duplicados). Esta búsqueda se realizó entre los meses de abril y junio de 2023.

Empleando técnicas de *snowballing*, que implican la revisión de las citas y referencias de los artículos incluidos en la revisión sistemática, y de otros sugeridos por expertos, se obtuvieron 58 documentos más, de los cuales se consideraron 20 que son de interés para la investigación, luego de la lectura de su título y resumen.

En una segunda revisión se realiza la lectura completa de los estudios identificados, considerando los criterios de inclusión y exclusión, y se consideran finalmente 13 artículos para incorporar al análisis, ya que son los que aportan a las PI. Si bien la investigación se orienta a nivel medio, se han conservado trabajos que se enfocan en el sexto grado de primaria. Esta decisión se basó en que los conceptos matemáticos incluidos también forman parte del currículo de los primeros años del nivel secundario (números y operaciones). Además, se conservaron las experiencias que integran gamificación con aplicaciones y plataformas digitales, lo que puede ampliar la discusión de las PI planteadas.

2.6. Artículos incluidos

Los artículos que han sido considerados en la investigación para responder a las PI, se presentan en la Tabla 4. Se incluyen las referencias de los 13 trabajos incorporados al análisis, ordenados alfabéticamente según el primer autor.

FUENTE	REFERENCIA
Albarracín et al., 2019	Albarracín, L., Chico, J., Simarro, C., y Valdés-Sánchez, L. (2019). Un Taller de Experimentación Matemática Usando un Videojuego de Estrategia - A Workshop on Mathematical Experimentation Using a Strategy Video Game. ENSAYOS. Revista de La Facultad de Educación de Albacete, 34(2), 85–99.
Flores Méndez et al., 2020	Flores Méndez, C. E., Quintana López, M., y Orozco Aguirre, H. R. (2020). La Guarida de los Piratas - Un Juego Serio Basado en Retos de Matemáticas Básicas (The Pirates' Lair – A Serious Game Based on Basic Math Challenges). Pistas Educativas, 42(136).
Hernández-Sabaté et al., 2015	Hernández-Sabaté, A., Joanpere, M., Gorgorió, N., y Albarracín, L. (2015). Mathematics Learning Opportunities when Playing a Tower Defense Game. International Journal of Serious Games, 2(4).
López Sánchez y González Lara, 2021	López Sánchez, A., y González Lara, A. (2021). Evaluación de un Juego Serio que Contribuye a Fortalecer el Razonamiento Lógico-Matemático en Estudiantes de Nivel Medio Superior. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 221–243.
López-Vargas et al., 2022	López-Vargas, O., Bermúdez-Martínez, M., y Sanabria-Rodríguez, L. (2022). Autoeficacia y Logro de Aprendizaje en Estudiantes con Diferente Estilo Cognitivo en un Videojuego. Revista Colombiana de Educación, 85, 55–78.
Lovos et al., 2020	Lovos, E., Goín, M., Molina, C., y Sanz, C. V. (2020). Evaluación de un Juego Serio Móvil para Repaso de Álgebra. Tecnología En Educación, 12–20.
Macías Espinales, 2018	Macías Espinales, A. (2018). Gamificación en el Desarrollo de la Competencia Matemática: Plantear y Resolver Problemas. Gamification in the Development of Mathematical Competence: Pose and Solve Problems. Rev. SINAPSIS, 12.
Marcucci et al., 2015	Marcucci, M., Aliciardi, A. E., Collino, F., Cunto, G. de, Bosio, M. A., y Chiodi, G. A. (2015). Videojuegos como Parte del Aprendizaje. II Simposio Argentino Sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44 (Rosario, 2015).
Martínez Padilla et al., 2017	Martínez Padilla, Y. A., Vázquez-Reyes, S., González, A. M., y García Hernández, A. (2017). Mahi: Herramienta de Apoyo para Practicar Ecuaciones Algebraicas de Primer Grado Mahi: Support Tool for Practicing First-Degree Algebraic Equations. IEEE 2017 6th International Conference on Software Process Improv2017 6th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS) - 2017 6ta Conferencia Internacional Sobre Mejora de Procesos de Software (CIMPS).
Ramos et al., 2021	Ramos, L. C. L., Casillas, S. F., y Rábago, A. R. (2021). Gamificación: una Estrategia de Enseñanza de las Matemáticas en Secundaria. EDUCATECONCIENCIA, 29(Esp.), 124–146.
Robles y Quintero M., 2020	Robles, D., y Quintero M., C. G. (2020). Intelligent System for Interactive Teaching through Videogames. Sustainability 2020, Vol. 12, Page 3573, 12(9), 3573.
Uicab-Ballote et al., 2014	Uicab-Ballote, R., Madera-Ramírez, F., y Basto-Díaz, L. (2014). Videojuego para el Repaso de Fracciones "Tséem Took y la Princesa de Uxmal Versión 1.1." Revista Iberoamericana de Educación En Tecnología y Tecnología En Educación, 87–95.
Zeballos et al., 2022	Zeballos, M., Lombardo, S., Fanelli, V., Gubaro, M., Ferreyra, P., Artola, V., y Sanz, C. (2022). Juego Educativo Basado en Realidad Virtual e Interacción Tangible para el Aprendizaje de Temas de Matemática y Química. XVII Congreso de Tecnología En Educación & Educación En Tecnología - TE&ET 2022.

Tabla 4: Artículos incorporados a la revisión sistemática y análisis. Elaboración propia.

2.7. Artículos excluidos

En la Tabla 5 se detallan, por orden alfabético, las referencias de los trabajos excluidos en la revisión sistemática final, luego de su lectura completa. Los criterios de exclusión que han sido tenido en cuenta son:

- E1. No indagan el uso de JS sobre la población de interés.
- E2. Abordan el uso de JS desde un enfoque teórico, sin mencionar experiencias de su aplicación en el ámbito educativo
- E3. Indagan sobre el uso de JS en contextos educativos pero no incluyen a la matemática en la experiencia desarrollada
- E4. No incluyen estudiantes de Educación Secundaria dentro de la población de interés.
- E5. Desarrollados por completo en estados no iberoamericanos
- E6. Documentos que presentan sólo resúmenes o describen JS analizados en otros artículos

Artículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6
(Ascheri et al., 2016)		X				X
(Belcastro et al., 2018)		X	X	X		
(Candia García, 2022)	X			X		
(Chiodi et al., 2014)	X					
(Curras et al., 2016)		X	X			
(Cunha et al., 2015)	X					
(Dichev y Dicheva, 2017)		X				
(Díez Rioja et al., 2017)			X			
(Encalada Díaz, 2021)		X		X		
(García et al., 2017)	X					
(Guccione y Massa, 2022)	X					
(Guerra-Antequera y Revuelta-Domínguez, 2022)		X	X			
(Guzmán-Rivera et al., 2020)		X		X		
(Ibarra et al., 2016)						
(Ibarra et al., 2020)		X				
(Islas Torres, 2017)	X			X		
(Lepe-Salazar y Cortes-Alvarez, 2017)	X	X				
(Marín-Suelves et al., 2022)		X				
(Molina Ayuso et al., 2020)		X				
(Montes González et al., 2018)	X	X				
(Oliveira et al., 2021)			X	X		

Artículo	E1	E2	E3	E4	E5	E6
(Pascuas-Rengifo et al., 2020)	X					
(Ramírez-Orozco, 2022)				X		
(Ricce Salazar y Ricce Salazar, 2021)				X		
(Rodríguez-Hoyos y João Gomes, 2013)		X				
(Rojas et al., 2022)		X				
(Sandí Delgado, 2018)			X			
(Sanz et al., 2018)	X			X		
(Sanz et al., 2021)		X				
(Sarmiento Bolívar, 2017)			X			
(Smith et al., 2016)					X	
(Toda et al., 2016)	X	X				
(Wouters et al., 2017)			X	X	X	
(Yamada et al., 2019)				X		

Tabla 5: Artículos excluidos y motivos de exclusión. Elaboración propia

Esta revisión y análisis se orienta a elaborar un marco de referencia que resulte de utilidad para el desarrollo de JS orientados a la enseñanza de la matemática en el nivel medio, como también para la integración de JS al diseño de propuestas didácticas que promuevan la construcción y apropiación de los objetos matemáticos incorporados a las nuevas formas de producción, circulación y distribución del conocimiento.

Capítulo 3: Resultados

3.1 Introducción

El presente capítulo presenta los resultados obtenidos a partir del análisis de los contenidos de 13 artículos, ofreciendo respuesta a las preguntas de investigación formuladas en el Capítulo 2.

Para facilitar la identificación, cada trabajo se ha codificado con un Id único, al que hacen referencia las conclusiones. En la sección 3.2 se enumeran los Id para cada artículo, y en la 3.3 la información analizada para cada uno de ellos. En la sección 3.4 se presentan las respuestas a las PI respecto a las características de los juegos serios educativos (P1, P2, P3, P4, P5, P6). En la siguiente sección. 3.5, se ofrecen las respuestas referidas a las PI que indagan sobre la evidencia empírica respecto a los impactos y resultados positivos en el aprendizaje de la matemática, al implementar JS.

3.2 Identificación de los artículos seleccionados

Los artículos que se han considerado en la investigación, con sus identificadores, se presentan en la Tabla 6.

Id	Artículo
1	(Hernández-Sabaté et al., 2015)
2	(Albarracín et al., 2019)
3	(Robles y Quintero M., 2020)
4	(López Sánchez y González Lara, 2021)
5	(Lovos et al., 2020)
6	(Martínez Padilla et al., 2017)
7	(Uicab-Ballote et al., 2014)
8	(Flores Méndez et al., 2020)
9	(Macías Espinales, 2018)
10	(Marcucci et al., 2015)
11	(López-Vargas et al., 2022)
12	(Ramos et al., 2021)
13	(Zeballos et al., 2022)

Tabla 6: Artículos seleccionados para la investigación, ordenados por Id. Elaboración propia

3.3 Información analizada

Para cada artículo seleccionado, se han considerado diversos aspectos. La información puede verse con más detalle en la planilla elaborada para este trabajo, accesible desde el siguiente enlace:

x Cuadro análisis detallado documentos seleccionados JS - TFI MGUBARO

En éste se presenta un cuadro con información relevante de cada uno de los diferentes juegos serios (JS). Cada entrada incluye datos del autor, año de publicación, título, abstract, identificador DOI/ISBN y enlace de acceso. Se analiza el contexto de la experiencia, incluyendo país de origen, número de usuarios, y características del público (trayecto educativo y edad). Se describe la experiencia y metodología en la implementación de la propuesta didáctica, se detallan los propósitos didácticos, las estrategias cognitivas empleadas, los conocimientos matemáticos involucrados y los sistemas de representación aplicados. Se registra el tiempo de uso del JS, el tiempo extra dedicado a la propuesta didáctica y el tiempo total que demandó la experiencia. La descripción del juego incluye además su caracterización, clasificación y modo de juego, la licencia de uso y dispositivos compatibles. Finalmente, se especifica la evaluación del impacto en el aprendizaje de la matemática, las técnicas de evidencia empírica empleadas, una descripción de la mecánica del juego y observaciones adicionales.

3.4 Características de los Juegos Serios Educativos

A continuación, se presentan los resultados de acuerdo a las PI planteadas.

3.4.1 P1: Existencia de desarrollos o experiencias de aplicación de JS para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática en el nivel medio en Iberoamérica. Trayecto educativo en el que se enfocan. País de origen de la experiencia.

De un total de 13 trabajos analizados, se encontró que en 7 de ellos el JS fue desarrollado por los autores (Id 4, 6, 7, 8, 10, 11, 13); 2 integraron JS de libre acceso (Id 3, 5); 2 incorporaron un videojuego de estrategia comercial no educativo en sus experiencias (Id 1, 2), y otros 2 integraron aplicaciones digitales a experiencias gamificadas (Id 9, 12).

La mayor parte de los JS (61,6%) han sido desarrollados para el abordaje de temas matemáticos que se enseñan en el último año de primaria o los primeros del nivel medio (8 JS). El 30,8% (4 JS) se enfocan en el fortalecimiento de la matemática en el último año de la escuela secundaria e ingresantes universitarios. Sólo 1 estudio (7,7%) se enfocó en estudiantes de nivel intermedio (15-16 años).

La Figura 1 compara la cantidad de trabajos para cada trayecto educativo.

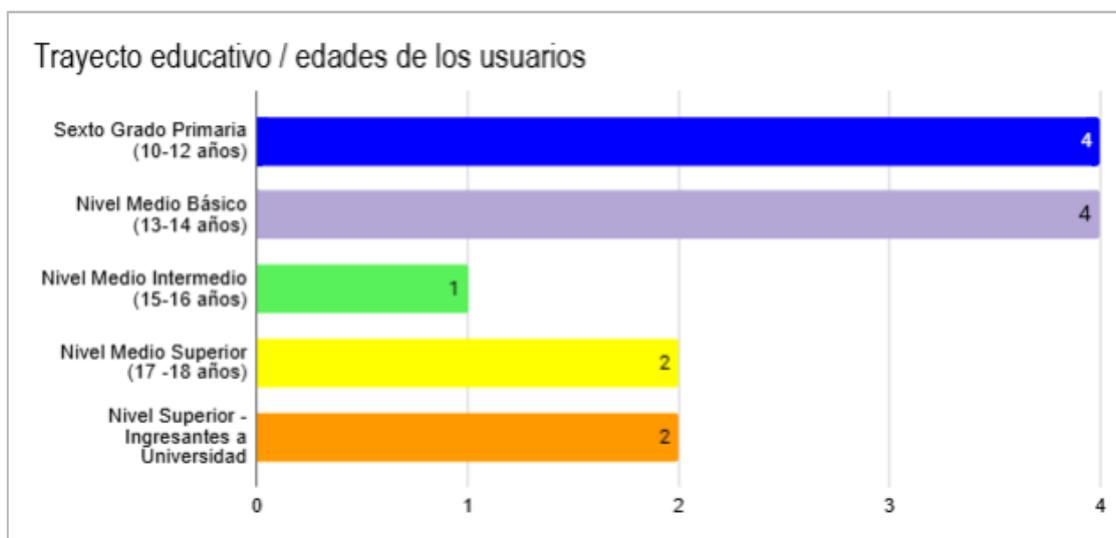


Figura 1: Trayecto educativo y edades de los usuarios en los JS desarrollados. Elaboración propia.

El país con más trabajos identificados es México (5 JS). Los demás artículos hacen referencia a experiencias desarrolladas en Argentina (3 JS), Colombia (2 JS), España (2 JS) y Ecuador (1 JS). El 53,8% de las propuestas analizadas se ha publicado desde el año 2020 en adelante.

3.4.2 P2: Conocimientos o temas matemáticos que se abordan. Qué sistemas de representación de los objetos matemáticos se aplican en estos temas.

En coincidencia con la observación anterior, donde la mayor parte de los JS fueron desarrollados para el último año del nivel primario o para nivel secundario básico, se encuentra que la mayor parte de los JS (10 trabajos, 76,9%) incluye conocimientos relacionados a *aritmética* (números, operaciones, proporcionalidad). Estos temas constituyen la base de otros más complejos y son los que se enseñan en la primaria y el nivel medio básico.

Muchos de los JS (7 artículos, 53,8%) también abordan contenidos *algebraicos* (como lenguaje simbólico o resolución de ecuaciones). Como indica Coronado Arjona (2019), el álgebra constituye la base de los conceptos matemáticos desarrollados en el nivel medio superior y, por lo tanto, es necesaria para un desempeño académico adecuado en estudios posteriores. La mayoría de los trabajos analizados manifiestan la preocupación a nivel global sobre los rendimientos académicos deficientes en el área de matemáticas (Id 4, 5, 6, 8, 9, 12)

Otros conocimientos abordados en los trabajos analizados refieren a *relaciones entre variables* (tablas, gráficos, fórmulas, funciones, 30,8%, 4 artículos); *forma, espacio, medida y localización* (38,5%, 5 artículos), *estadística y probabilidad* (30,8%, 4 artículos).

En la Figura 2 se representa, para cada tema matemático, el total de artículos que lo abordan en la experiencia del JS.

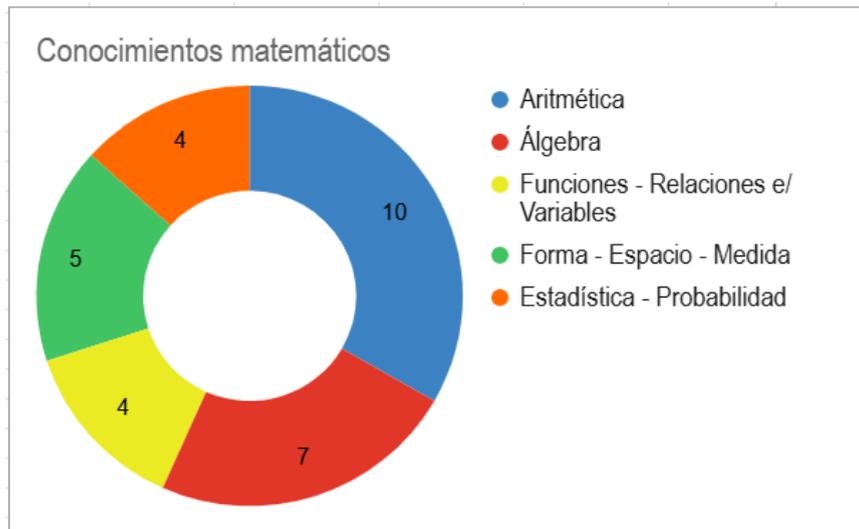


Figura 2: Conocimientos matemáticos abordados en los JS. El número en cada sector hace referencia al total de JS que incorporan ese tema en su desarrollo. Elaboración propia.

Asimismo, los sistemas de representación de objetos matemáticos que predominan son el *numérico-cuantitativo* (84,6%), y en una gran proporción *textual-lingüístico* (69,2%) y *simbólico-algebraico* (53,8%). Otros sistemas incluyen las *representaciones gráficas* (46,2%) y *geométricas* (30,8%).

En la Figura 3 se representan, para cada artículo, los sistemas de representación de los objetos matemáticos involucrados en la experiencia del JS.

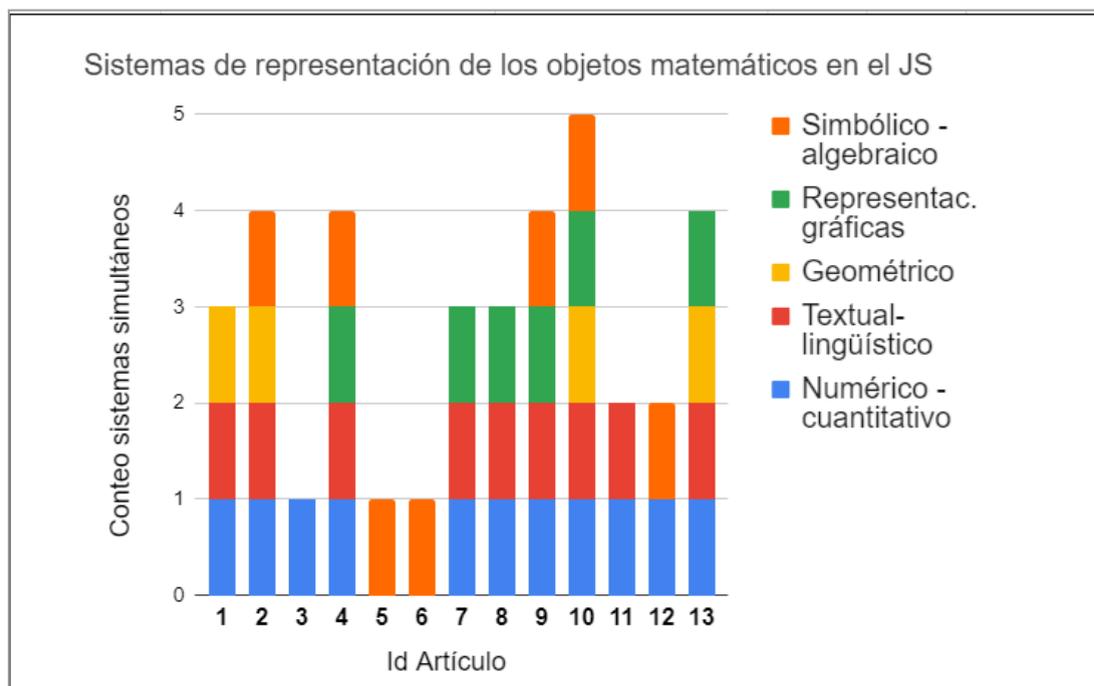


Figura 3: Sistemas de representación de los objetos matemáticos en cada uno de los JS. Elaboración propia.

3.4.3 P3: Propósitos Didácticos. Estrategias Cognitivas Involucradas en el Desarrollo del Juego o la Experiencia.

En referencia a los propósitos didácticos, todos los JS tienen entre sus objetivos la *motivación* de los usuarios, la *comprensión y aplicación* de conocimientos matemáticos en la resolución de retos o actividades, y la *autoevaluación* de los jugadores al monitorear su propio desempeño en los puntajes que devuelve el juego, o en autoevaluaciones incorporadas al desarrollo del JS. Cinco de los JS, además, involucraron cuestionarios al jugador para valorar su experiencia como usuarios.

Otro propósito presente en el desarrollo de las investigaciones es el *diagnóstico* (en 5 trabajos), con el fin de recopilar datos para comparar el desempeño académico del jugador antes, y con el JS en contraste con otras evaluaciones realizadas al finalizar. Se menciona que en algunos trabajos este diagnóstico se integra al sistema del juego (Id 3, 4, 11).

En Robles y Quintero (2020), Id 3, incorporan al JS un sistema inteligente que realiza un diagnóstico inicial y continuo del desempeño del jugador para clasificar su nivel de conocimientos y dejar registro automático en el sistema.

López Sánchez y González Lara (2021), Id 4, implementan un Sistema de Inferencia Difuso (FIS, Fuzzy Inference System) compuesto de dos variables de entrada, tiempo y aciertos del jugador en resolver las misiones del juego, y como variable de salida el nivel al que el mismo accede de acuerdo a su desempeño (regresar al anterior, continuar en el mismo o avanzar al siguiente). En la misma base queda registrado el desempeño de los jugadores.

En el trabajo Id 11, López-Vargas et al. (2022) integran a su experiencia un diagnóstico inicial con pruebas de figuras enmascaradas para determinar el estilo cognitivo de los estudiantes en la dimensión DIC (dependencia / independencia de campo) y también un cuestionario para medir su autoeficacia académica previa (entendiendo como autoeficacia las creencias personales sobre sus propias capacidades para resolver las actividades matemáticas). Al finalizar las fases de trabajo con el JS, estos registros se completan y comparan con otro cuestionario post-test sobre autoeficacia, y los resultados de las evaluaciones finales de cada nivel del jugador.

Se encuentran presentes en menor medida, la *transferencia* de conocimientos (6 JS) y la *integración* (1 JS).

En uno de los estudios, los jugadores se involucran en la investigación como propósito explícito del JS (Id 2, Albarracín et al., 2019). Luego, se encuentran artículos en los que los autores se involucran como investigadores en la fase de desarrollo en 3 trabajos (Id 2, 9, 11). Macías Espinales (2018), Id 9, indaga sobre el impacto en el desempeño académico de los estudiantes y en el nivel de desarrollo de la competencia matemática plantear y resolver problemas, al implementar estrategias de gamificación. La experiencia llevada adelante en el trabajo Id 11 examina si al interactuar en un videojuego que incorpora andamiaje, los estudiantes de diferente estilo cognitivo en la dimensión dependencia/independencia de campo (DIC)² presentan o no diferencias en el logro de aprendizaje y la autoeficacia académica. Por su parte, el trabajo Id 2 (Albarracín et al., 2019) parte de considerar que la experiencia utilizando videojuegos comerciales en el aula es más completa que aquella que proponen los JS. Consideran que un videojuego de estrategia comercial puede brindar oportunidades de aprendizaje matemático, y lo analizan en el comportamiento de los estudiantes en el trabajo Id 1 (Hernández-Sabaté et al., 2015), identificando y clasificando ciclos de observación-planificación-toma de decisiones. En base a estos hallazgos, realizan posteriormente la propuesta didáctica detallada en Id 2. Cabe destacar que esta última, es la única que propone a los usuarios que lleven adelante tareas de investigación como propósito integrado al JS.

En la Figura 4 se comparan, para los distintos desarrollos de JS, los propósitos didácticos en la experiencia analizados de acuerdo a Zangara y Sanz (2011).

² La dimensión DIC (dependencia/independencia de campo) describe a los individuos a lo largo de un continuo. Los que se denominan independientes de campo (IC), muestran una tendencia hacia un tipo de procesamiento analítico e independiente de los factores ambientales; los dependientes de campo (DC) hacia un procesamiento de tipo global y altamente influenciado por el ambiente (López-Vargas et al., 2022, basado en Witkin et al., 1977).

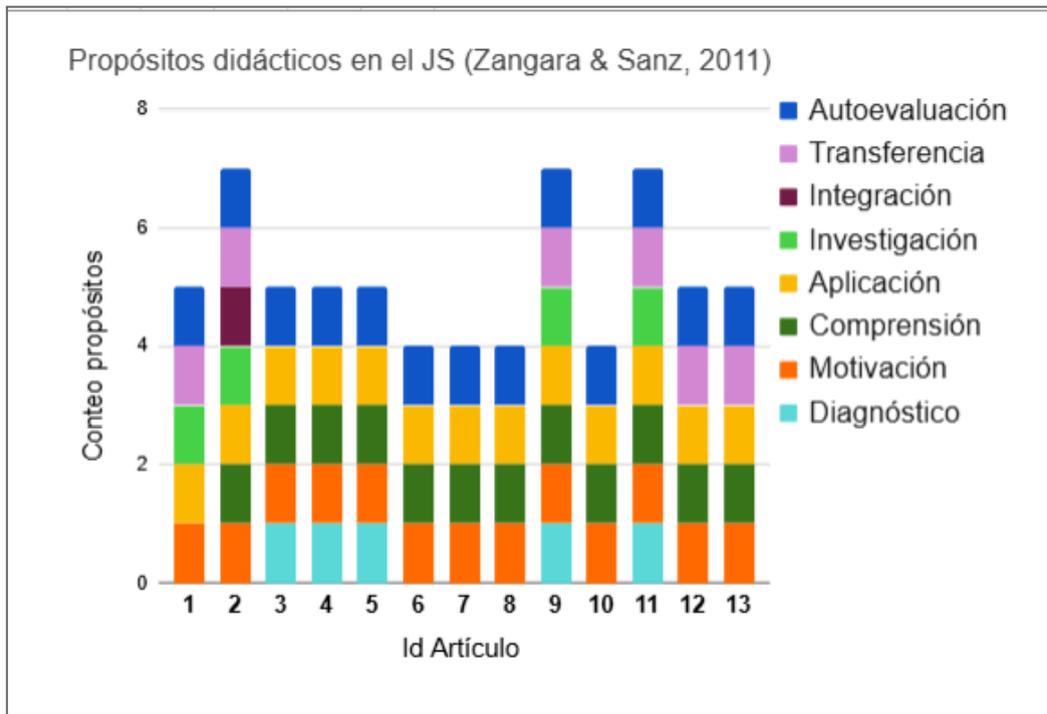


Figura 4: Propósitos didácticos en los JS, para cada artículo identificado. Elaboración propia.

En la Figura 5 se analizan para cada una de las experiencias de JS, las estrategias cognitivas involucradas en la propuesta didáctica y el desarrollo del juego, de acuerdo a la Taxonomía de Bloom. (Amer, 2006).

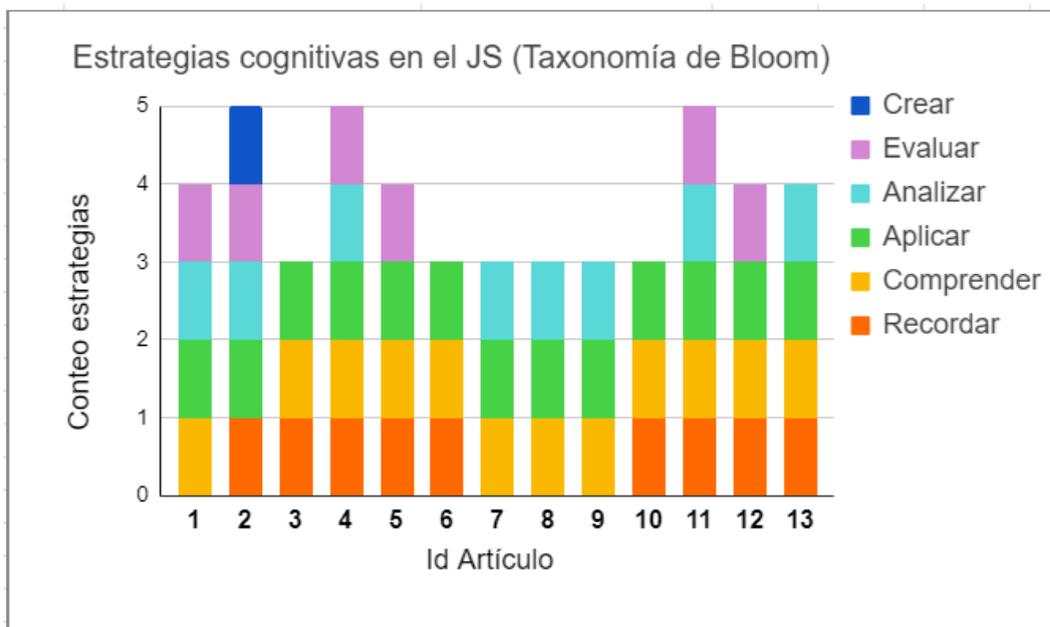


Figura 5: Estrategias cognitivas en cada uno de los JS. Elaboración propia.

Analizando cada una de las estrategias cognitivas aplicadas y en qué cantidad de experiencias de JS se favorecieron, es posible observar con qué frecuencia se presentan. Todos los desarrollos involucran estrategias de orden inferior (*recordar, comprender o aplicar*). Por ejemplo, 9 artículos incorporan como estrategia “*recordar*”. Sin embargo, las estrategias de orden superior (*analizar, evaluar o crear*), se proponen en una cantidad menor de JS. La Figura 6 muestra estos resultados.

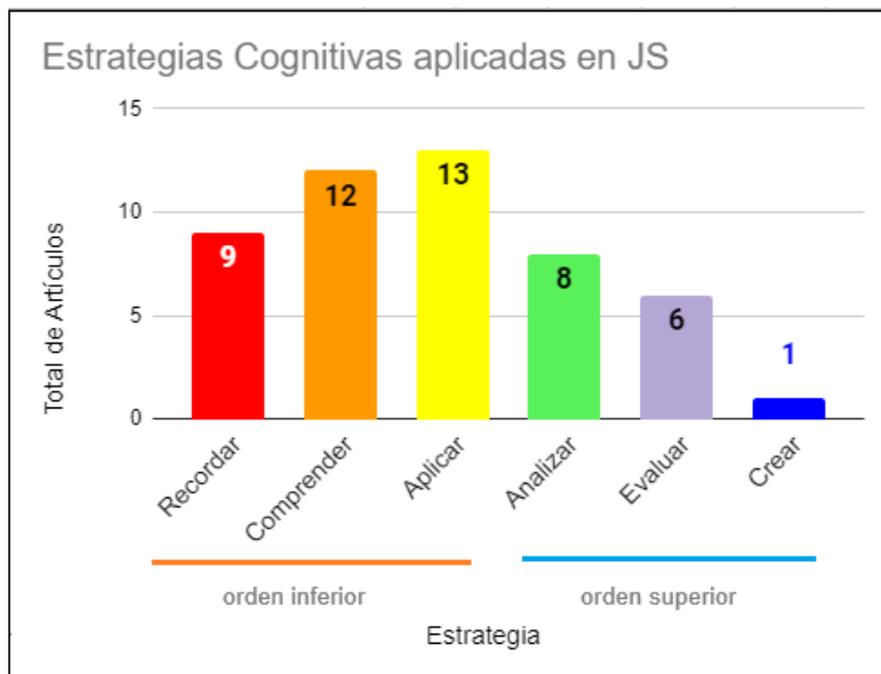


Figura 6: Cantidad de artículos en los que se incorpora cada una de las estrategias cognitivas. Elaboración propia.

3.4.4 P4. Tiempo requerido para las distintas experiencias de los usuarios con los JS y sus evaluaciones complementarias

El tiempo requerido para las experiencias de los usuarios con los JS y las evaluaciones complementarias, son variados para las distintas propuestas. Cuatro JS (Id. 1, 2, 6, 7) desarrollan la experiencia en sólo una sesión, a diferencia de los diseños de (Id. 3, 4, 5, 9, 11, 12), que involucran secuencias didácticas más complejas, con duraciones entre 2 y 6 semanas. Tres de los JS con mayor cantidad de impactos en el aprendizaje (Id 4, 9, 11) demandaron entre 4 y 6 semanas de interacción con los estudiantes. Este aspecto puede presentar un desafío en la integración e implementación de los JS en el aula de matemáticas en el nivel medio, respecto a las horas de clase de la asignatura y su currículum. El tiempo de uso del JS por los usuarios, el tiempo adicional involucrado en las evaluaciones previa y posterior, y el tiempo total en la implementación de la propuesta didáctica para las distintas experiencias pueden consultarse en <https://acortar.link/sPla56>.

3.4.5 P5. Caracterización y clasificación de los JS. Modo de juego de los usuarios.

La caracterización de los JS se basa en las categorías de clasificación propuestas por Archuby (2022) para los juegos serios digitales, incorporando además la categoría “*Ordenar Pasos*”. Los JS encontrados en su mayoría pueden clasificarse en la categoría de *Cuestionarios* (Id. 4, 9, 10, 11, 12), ya que presentan problemas matemáticos o preguntas múltiple opción a resolver en cada nivel. En otros casos se integran dentro de un reto o una historia a modo de desafíos, pero sin modificar el formato de “ejercicio escolar o matemático”. En estos casos, la gamificación se presenta en los elementos del JS como puntajes, premios, o insignias, sin integrar la matemática al juego. Este aspecto procura acompañar la experiencia de aprendizaje mejorando la motivación del estudiante.

Otros 4 JS (Id. 7, 8, 10, 13) se proponen como *Aventuras* (Id. 10 integra aventuras con cuestionarios), buscando favorecer la identificación del usuario con el personaje principal del JS y de este modo aumentar su motivación.

Hernández-Sabaté et al. (2015) y Albarracín et al. (2019), Id. 1 y 2, en sus distintas experiencias aplican el mismo JS de *Estrategia* (la versión comercial de un juego Tower Defense), integrado a una propuesta didáctica novedosa. Y otros dos, Id. 5 y 6, (Lovos et al., 2020) y (Martínez Padilla et al., 2017), desarrollan sus trabajos con la app para móviles del JS MAHI, clasificado como *Ordenar Pasos*. Entre los artículos analizados también se encontraron *Deportes* (Id. 3) y la incorporación de juego de *Rol* resolviendo cuestionarios (Id. 12).

Respecto al modo de juego, en la gran mayoría de los JS (9 JS, 69,2%) el usuario juega de modo individual, avanzando en los niveles según su desempeño. 2 JS (15,4%) incorporan la competencia en línea con otros usuarios que también juegan solos.

Solamente 3 propuestas incorporan de modo explícito el trabajo colaborativo en la experiencia de juego. Ramos et al., (2021), Id. 12, aplica una experiencia de gamificación que integra la app Kahoot en el JS, y distintos equipos resuelven desafíos compitiendo entre sí.

Las otras dos experiencias donde los usuarios juegan en colaboración son las identificadas como Id. 1 y 2 (mencionadas en párrafos anteriores). En ellas, los estudiantes juegan por parejas, compitiendo contra la máquina en un JS de *Estrategia*. Y el trabajo colaborativo, además, tiene un espacio importante en la propuesta, ya que la misma incluye etapas de intercambio de estrategias entre equipos y búsqueda común de optimización de las mismas, con todos los jugadores que forman parte de la experiencia.

3.4.6 P6. Licencia de uso. Dispositivos.

Respecto a la licencia de uso del JS, la mayor parte de los trabajos incluyeron JS online de libre acceso disponibles previamente e integrados a la propuesta, o desarrollados para la experiencia (Id. 3, 5, 6, 10, 11, 13). Otras 3 investigaciones desarrollaron el JS sin acceso libre (Id. 4, 7, 8). Dos integraron un video juego comercial a su secuencia (Id. 1, 2). Finalmente, otros 2 integraron app o plataformas con elementos de gamificación (Id. 9, 12).

La Figura 7 compara las características de las licencias de uso para los artículos analizados.

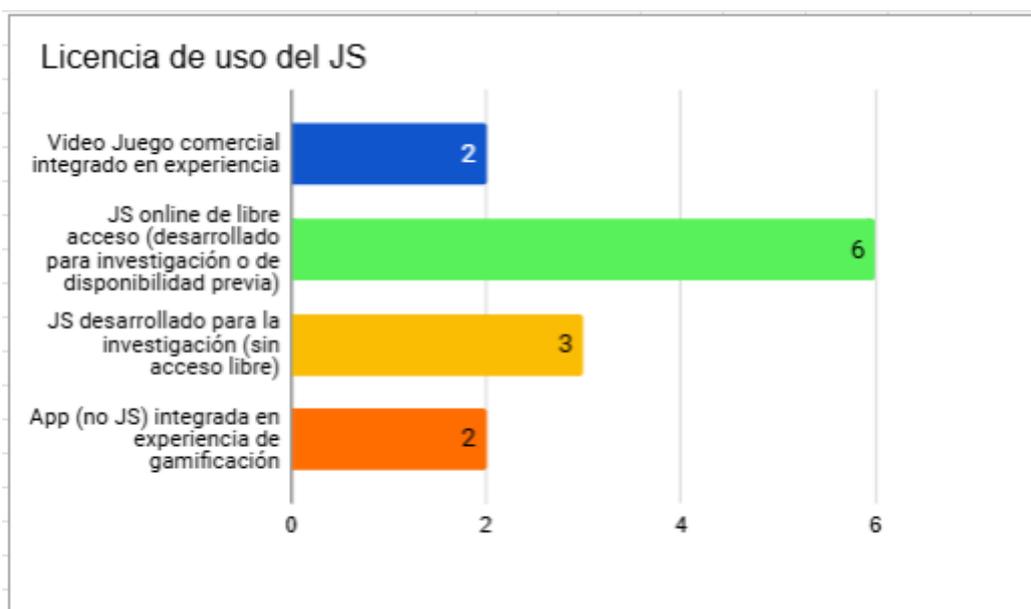


Figura 7: Licencias de uso de los JS en los artículos analizados. Elaboración propia.

En relación a los dispositivos de uso del JS, en 6 experiencias se han utilizado computadoras o notebooks (Id. 1, 2, 3, 7, 9, 13); los teléfonos celulares se implementaron en 5 propuestas (Id. 4, 5, 6, 11, 12). Los artículos Id. 8 y 10 no especifican este aspecto.

3.5 Impactos en el aprendizaje de la matemática

3.5.1. P7. Evaluación del impacto respecto al aprendizaje de la matemática. Técnicas y métodos utilizados para obtener evidencia empírica sobre los resultados

Del total de 13 artículos analizados, 10 han sido probados con usuarios y 3 no incorporan evidencias de su aplicación. Además, presentan diferencias entre sí en la cantidad de jugadores con los que se ha realizado la experiencia.

Tres estudios (Id 1, 6, 7) probaron el JS con 12 jugadores o menos. Cinco estudios (Id 4, 5, 9, 11, 12) utilizaron grupos de 30 a 54 jugadores. Dos estudios (Albarracín et al., 2019, Id 2; Robles y Quintero M., 2020, Id 3) implementaron el JS con más de 100 usuarios (384 y 206, respectivamente). Finalmente, tres estudios (Id 8, 10, 13) no realizaron pruebas con usuarios.

Para medir el impacto de los aprendizajes, los investigadores aplicaron diversas técnicas, entre ellas guías de observación, cuestionarios y los niveles alcanzados por los usuarios en el juego. Parte de las experiencias validaron además los resultados con herramientas estadísticas, o incorporaron el desarrollo de sistemas de inferencia difusos en el JS para la evaluación del desempeño del jugador. Las técnicas aplicadas en cada caso y comparadas para las distintas experiencias, se describen en la tabla 7, identificadas con las siglas a continuación

- G: guía de observación desarrollada por autores
- CF: cuestionarios elaborados por otros autores de referencia, algunos con pruebas de fiabilidad
- CA: cuestionarios elaborados por los autores del artículo para la experiencia
- S: encuesta de satisfacción desarrollada por autores
- PJ: puntajes o niveles del JS alcanzados por usuarios
- EX: exámenes pre y pos experiencia valorados con rúbrica
- V: resultados validados con herramientas estadísticas
- SD: incorporación de desarrollo de sistemas de inferencia difusos en el JS para la evaluación del desempeño del jugador
- NO: no aportan evidencias de pruebas con usuarios

Id	Artículo	G.	CF	CA	S	PJ	EX	V	SD	NO
1	Hernández-Sabaté et al. 2015	x								
2	Albarracín et al. 2019	x				x				
3	Robles et al. 2020					x		x	x	
4	López Sánchez et al. 2021					x		x	x	
5	Lovos et al. 2020		x							
6	Martínez Padilla et al. 2017					x				

Id	Artículo	G.	CF	CA	S	PJ	EX	V	SD	NO
7	Uicab-Ballote et al. 2014	x								
8	Flores Méndez et al. 2020				x					x
9	Macías Espinales 2018		x				x	x		
10	Marcucci et al. 2015									x
11	López-Vargas et al. 2022		x			x		x		
12	Ramos et al. 2021	x		x						
13	Zeballos et al. 2022									x

Tabla 7: Evaluación del impacto del JS respecto al aprendizaje de la matemática; técnicas y métodos utilizados para obtener evidencia empírica sobre los resultados. Elaboración propia.

Las técnicas utilizadas para medir los aspectos relacionados a la motivación, el compromiso y la participación activa de los estudiantes, fueron los cuestionarios al jugador y guías de observación de los investigadores. Mientras que las mejoras relacionadas al desempeño académico, el razonamiento lógico matemático y de procesos de resolución de problemas, principalmente se detectaron comparando resultados de evaluaciones previas y posteriores al uso del JS, o registrando del sistema puntajes y evolución en la eficiencia de los jugadores al interactuar con el JS.

La Figura 8 a continuación, presenta las técnicas utilizadas en relación a las mejoras detectadas. Por ejemplo, la mejora en la participación activa de los estudiantes, se determinó en 2 estudios aplicando cuestionarios al jugador, y en otros 3 mediante guías de observación. Los procesos de resolución de problemas matemáticos (ob-pla-de)³, se registraron en 2 experiencias mediante guías de observación, y en una más de acuerdo a la mejora en los puntajes alcanzado por los usuarios en el JS.

³ Se hace referencia en (ob-pla-de), a los ciclos de observación-planificación-toma de decisiones, relacionados con oportunidades de aprendizaje o razonamiento matemático

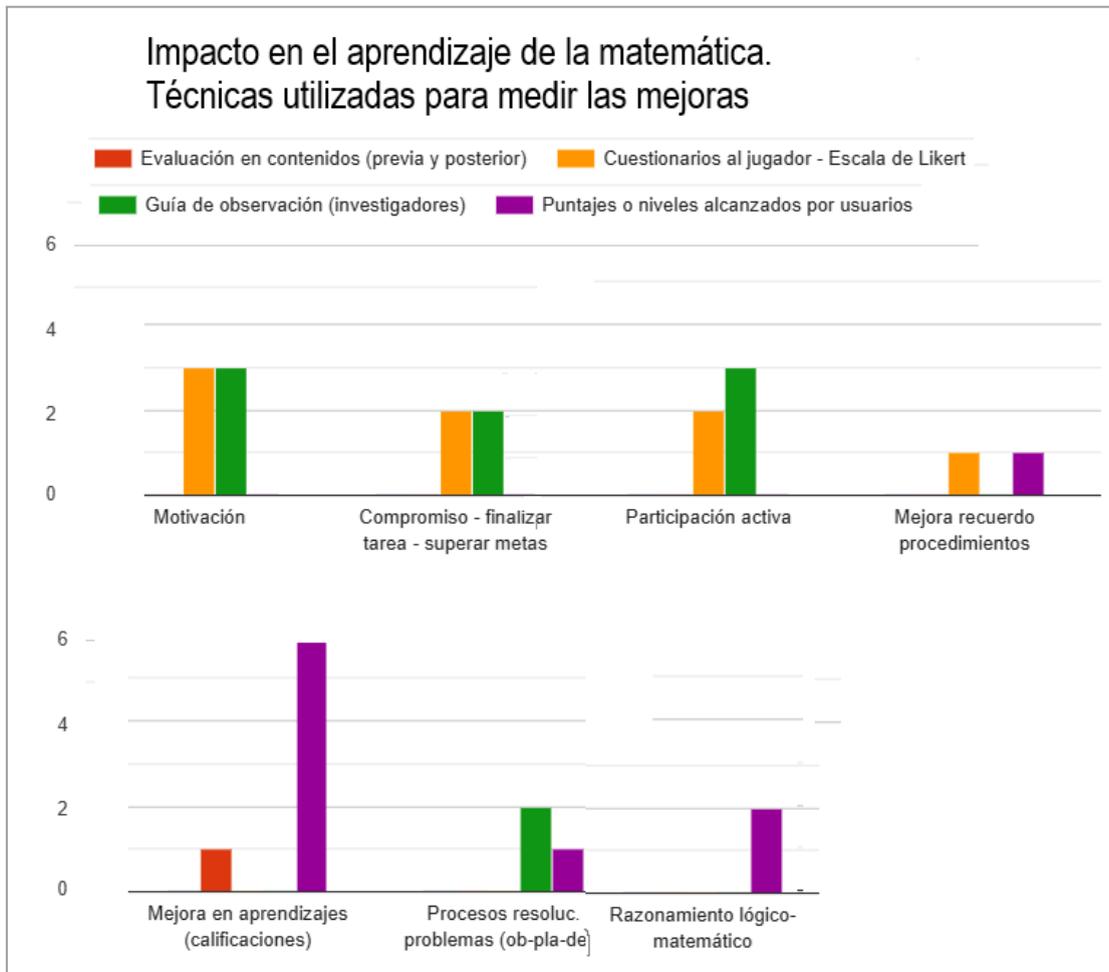


Figura 8: Impacto en el aprendizaje de la matemática. Técnicas utilizadas en relación a las mejoras detectadas. Elaboración propia.

3.5.2. P8. ¿Qué resultados se han obtenido en relación al aprendizaje de la matemática?

Una amplia mayoría de las experiencias llevadas a cabo pudo determinar efectos positivos en el impacto de los aprendizajes. En la aplicación de 9 JS (92,3%) se identificaron mejoras en los aprendizajes específicos de temas matemáticos, en el razonamiento lógico-matemático, o en los procesos de resolución de problemas matemáticos.

Seis JS registraron un aumento en la motivación de los estudiantes, 5 JS identificaron mejoras en la participación activa, 4 JS en su compromiso para la finalización de la tarea y la superación de metas, y 2 JS en la memoria para recordar procedimientos. Solamente uno de los JS no documentó mejoras en los aprendizajes específicos de matemática, pero la experiencia aumentó la motivación de los jugadores.

La Figura 9 muestra las mejoras identificadas e impacto en el aprendizaje de la matemática para cada artículo analizado.

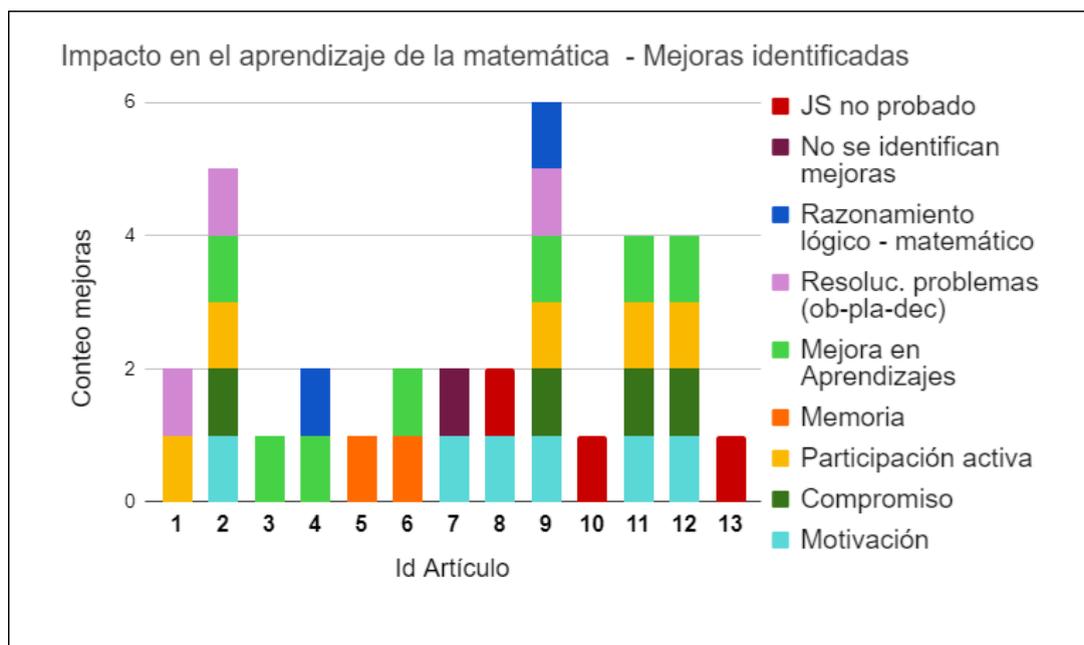


Figura 9: Impacto en el aprendizaje de la matemática con el uso de los JS en los artículos analizados. Elaboración propia.

Capítulo 4: Discusión

4.1 Introducción

En este capítulo se analizan y discuten los resultados obtenidos, poniendo el foco en los JS que presentan evidencias de su aplicación con usuarios. Se compara para cada uno de ellos la cantidad de sistemas de representación de los objetos matemáticos (Duval, 2006), las estrategias cognitivas según la Taxonomía de Bloom (Amer, 2006), los propósitos didácticos de acuerdo a Zangara y Sanz (2011) y las mejoras registradas respecto al aprendizaje de la matemática. Los resultados permiten identificar aspectos comunes en el análisis desarrollado.

En la sección 4.2 se presentan los JS que han detectado una mayor cantidad de impactos en el aprendizaje; en la sección 4.3 la relación entre estas experiencias y las estrategias cognitivas incorporadas en el JS o la secuencia didáctica que lo acompaña.. En el apartado 4.4, se comparan los resultados con los sistemas de representación de los objetos matemáticos que se han tomado en su diseño o en la implementación, y en la 4.5 con los propósitos didácticos incluidos en cada propuesta. En la sección 4.6 se presenta una síntesis del análisis comparativo.

En el apartado 4.7 se describen algunas experiencias destacadas dentro de los artículos analizados. Finalmente, en la sección 4.8 se hace referencia a la publicación en el Congreso CACIC2024 de los principales hallazgos y conclusiones de esta revisión sistemática.

4.2 JS que presentan mayores impactos en el aprendizaje de la matemática

Las descripciones de JS que presentan mayor cantidad de impactos en el aprendizaje corresponden a los trabajos de Albarracín et al. (2019), López Sánchez et al. (2021), Macías Espinales (2018) y López-Vargas et al. (2022), identificados como Id 2, 4, 9 y 11 respectivamente. En ellos se han detectado mejoras en el desempeño académico (registradas en los resultados de las evaluaciones) y también en el desarrollo del razonamiento lógico matemático y los procesos de resolución de problemas. Los artículos se destacan con líneas discontinuas en la Figura 10.

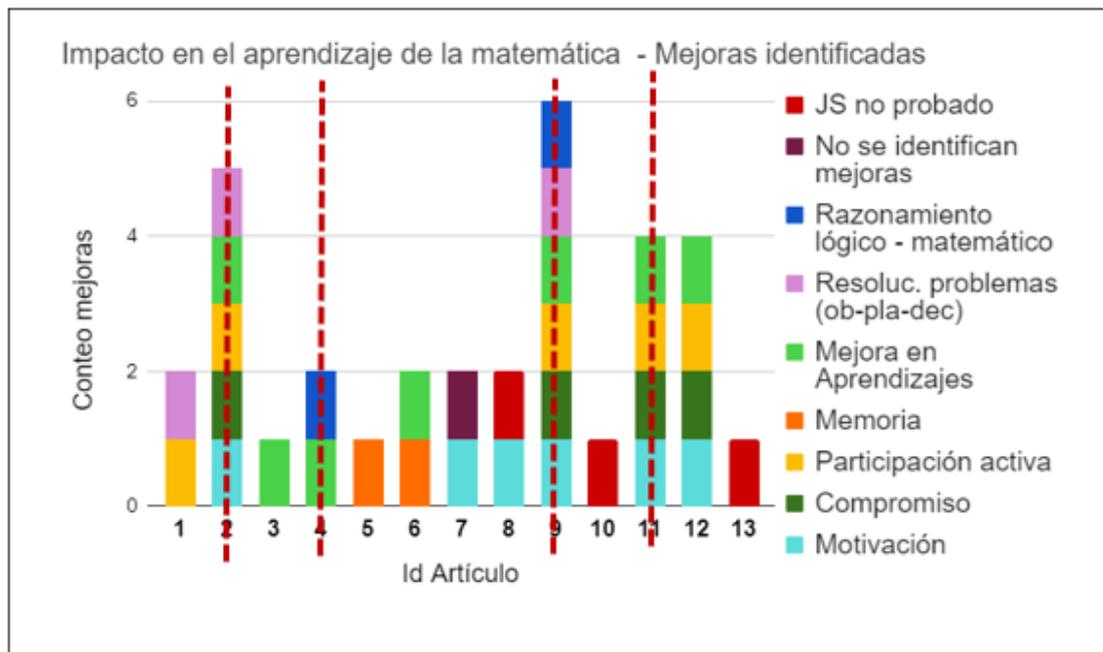


Figura 10: JS con impactos destacados en el aprendizaje de la matemática, resaltados con líneas discontinuas. Elaboración propia.

4.3 Relaciones entre los JS destacados y las estrategias cognitivas

Las descripciones que presentan resultados positivos en el aprendizaje, en particular en el desarrollo del razonamiento lógico matemático, los procesos de resolución de problemas y el desempeño académico (Id 2, 4, 9, 11), coinciden también con haber incorporado en la experiencia estrategias cognitivas complejas (analizar, evaluar, crear). Además, los trabajos donde los resultados han sido de un impacto mucho menor en el aprendizaje (Id 5, 6) ya que alcanzaron una mejora en procesos cognitivos de orden inferior (memoria-recordar), se caracterizaron por propuestas que integran estrategias cognitivas más simples (recordar, comprender, aplicar).

La Figura 11 ilustra las estrategias cognitivas involucradas para cada uno de los JS y sus propuestas didácticas, resaltando con líneas discontinuas los de mayor impacto en los aprendizajes.

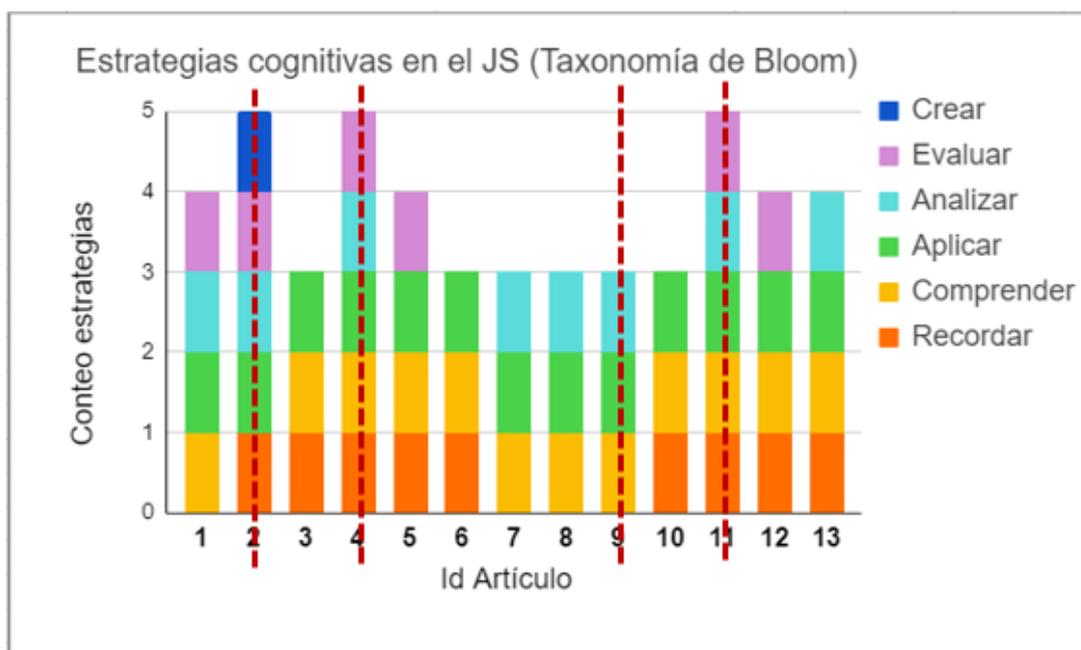


Figura 11: Estrategias cognitivas para cada JS analizado. Los de mayores impactos en el aprendizaje de la matemática, se resaltan con líneas discontinuas. Elaboración propia.

4.4 Relaciones entre los JS destacados y los sistemas de representación de los objetos matemáticos en el desarrollo de la propuesta.

Los JS que han registrado mayores impactos en el aprendizaje de la matemática (Id 2, 4, 9, 11) han integrado dos o más sistemas de representación de los objetos matemáticos. En los que el impacto ha sido menos significativo (Id 5, 6), se tuvo en cuenta sólo un sistema de representación.

La Figura 12 presenta los sistemas de representación para cada uno de los JS, resaltando con líneas discontinuas los destacados.

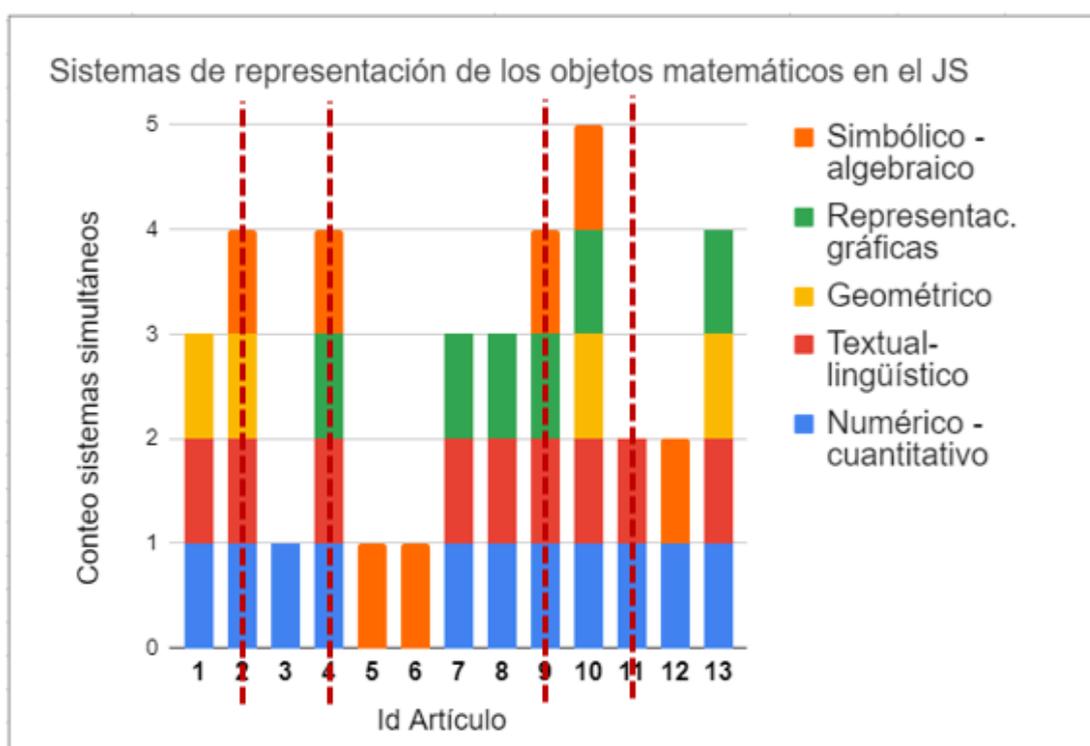


Figura 12: JS con impactos destacados en el aprendizaje de la matemática, resaltados con líneas discontinuas. Sistemas de representación para cada JS analizado. Elaboración propia.

4.5 Relaciones entre los JS destacados y los propósitos didácticos

El análisis comparativo entre los JS con mayor cantidad de impactos en el aprendizaje (Id 2, 4, 9, 11) y los propósitos didácticos que se han tenido en cuenta para el desarrollo de las experiencias, muestra que las de un mejor impacto en el aprendizaje incluyeron múltiples propósitos didácticos.

La Figura 13 presenta los propósitos didácticos para cada uno de los JS, resaltando con líneas discontinuas los de mejores resultados en el aprendizaje.

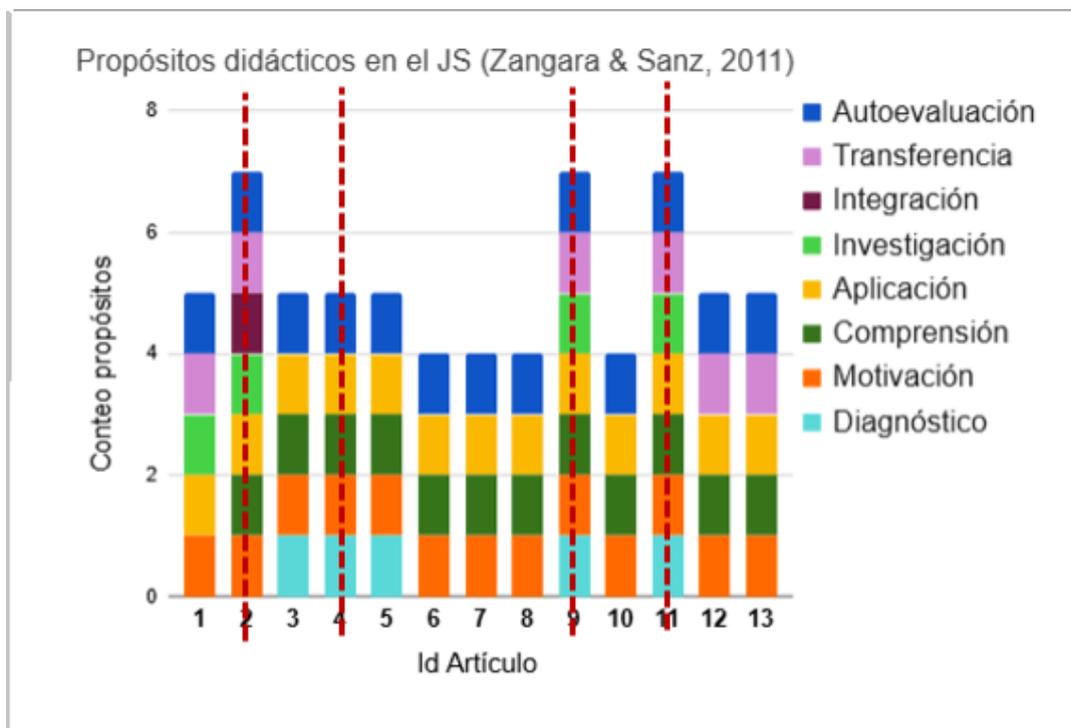


Figura 13: Propósitos didácticos en el desarrollo de los JS. Los que presentan un mayor impacto en el aprendizaje de la matemática, se resaltan con líneas discontinuas. Elaboración propia.

4.6 Análisis comparativo en el desarrollo de los JS y sus impactos en el aprendizaje de la matemática

Las descripciones de JS con mayor impacto en el aprendizaje (Id 2, 4, 9, 11) y donde se pueden encontrar no sólo mejoras en los resultados de las evaluaciones (mejora en el desempeño académico) sino en el desarrollo del razonamiento lógico matemático y en procesos de resolución de problemas, coinciden también con haber incorporado en la experiencia estrategias cognitivas complejas (analizar, evaluar, crear), integrar dos o más sistemas de representación de objetos matemáticos, e incluir múltiples propósitos didácticos. En contraste, las de menor impacto (ID 5, 6), que solo mejoraron la memoria, usaron estrategias cognitivas simples (recordar, comprender, aplicar) y un único sistema de representación.

El análisis comparativo del impacto en el aprendizaje de la matemática, y la integración en los JS de estrategias cognitivas según Taxonomía de Bloom, sistemas de representación de los objetos matemáticos, y propósitos didácticos puede consultarse en la Figura 14 a continuación.

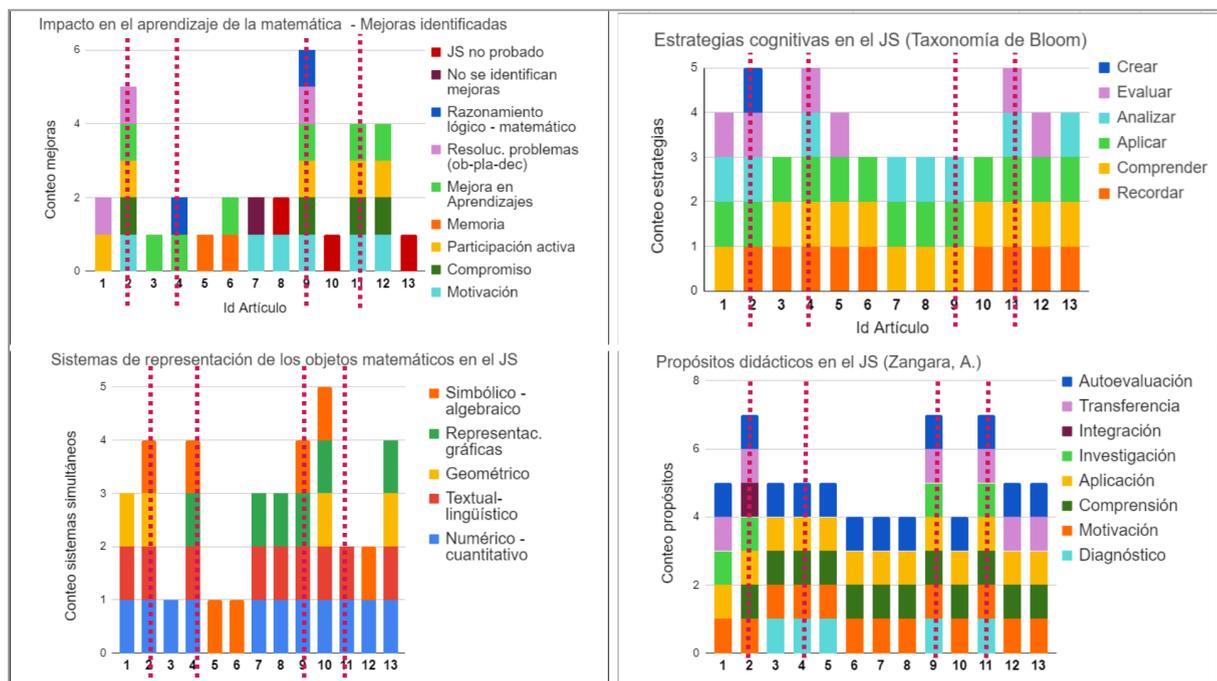


Figura 14: Análisis comparativo del impacto en el aprendizaje de la matemática, y la integración en los JS de estrategias cognitivas según Taxonomía de Bloom, sistemas de representación de los objetos matemáticos, y propósitos didácticos. Las experiencias Id 2, 4, 9, 11, se destacan con líneas de trazos. Elaboración propia.

4.7 Experiencias destacadas

4.7.1 Id.1 y 2: Hernández-Sabaté et al. (2015) y Albarracín et al. (2019)

Hernández-Sabaté et al. (2015) consideran que la experiencia utilizando videojuegos comerciales en el aula es más completa que aquella que proponen los JS (desarrollados con fines educativos). En su investigación, analizan el comportamiento de un grupo de 12 estudiantes al jugar al videojuego comercial VTD2 en parejas. En esta experiencia, logran identificar y clasificar ciclos de observación-planificación-toma de decisiones en el comportamiento y razonamiento de los jugadores. Observan que la actividad desarrollada es equivalente a los procesos de resolución de problemas matemáticos, pero para que éstas actividades puedan concretarse en aprendizajes matemáticos concretos, es necesaria la intervención docente.

En base a estos hallazgos, Albarracín et al. (2019) proponen un Taller de Experimentación Matemática, cuya estructura se basa en las fases del proceso de resolución de problemas PISA 2012 (OECD, 2013). Las actividades desarrolladas en el Taller, constan de 4 fases:

1. Juego libre
2. Proceso de matematización: en esta etapa los estudiantes identifican por ellos mismos los problemas intrajuego que deben ser superados, los expresan y representan formalmente, desarrollando de modo colaborativo distintas estrategias de juego. Esto implica la construcción compartida de un código simbólico común y del sistema de referencia
3. Experimentación para desarrollar y validar las estrategias de juego propuestas
4. Revisión y análisis sobre sus progresos en el juego, y los factores que lo permitieron.

Entre las conclusiones principales se encuentran:

- La intervención didáctica permite ampliar capacidades y procesos cognitivos desarrollados por los estudiantes, al pasar del juego libre (2015) al taller pautado (2019).
- Se manifiesta una actitud activa del estudiante-jugador
- La matemática en esta experiencia no surge de modo forzado (como en las propuestas donde se resuelven acertijos), sino que mejora la competitividad en el juego. En los estudiantes, el análisis matemático permite jugar mejor, lo que resulta altamente motivador.

Los autores de la experiencia Id.2 afirman que:

"Este proceso de retroalimentación entre actividad matemática y videojuego se sostiene por dos aspectos esenciales: por un lado el diseño del propio videojuego que posee un diseño de niveles adecuado, por el otro lado la intervención del docente para proporcionar herramientas a los alumnos para superar las dificultades que presenta el videojuego."

Albarracín et al. (2019)

4.7.2 Id.11: López Vargas et al. (2022)

En esta investigación, los autores se preguntan si al interactuar en un videojuego que incorpora andamiaje, los estudiantes de diferente estilo cognitivo en la dimensión dependencia/independencia de campo (DIC), presentan o no diferencias en el logro de aprendizaje en matemática y la autoeficacia académica⁴. La dimensión DIC (dependencia/independencia de campo) describe a los individuos a lo largo de un continuo. Los independientes de campo (IC), muestran una tendencia hacia un tipo de procesamiento analítico e independiente de los factores ambientales; al contrario, los dependientes de campo (DC) muestran una tendencia hacia un procesamiento de tipo global y altamente influenciado por el ambiente.

Para llevar adelante la experiencia, diseñan un andamiaje de tipo motivacional, para favorecer la autoeficacia académica y el logro de aprendizaje de los estudiantes con diferente estilo cognitivo en la dimensión DIC. Éste se implementa dentro de la estructura de un videojuego. La propuesta se desarrolló durante 6 semanas con los estudiantes divididos en dos cursos, uno que utilizó el JS con andamiaje, y el otro que implementó el mismo JS sin el andamiaje (grupo de control).

Entre los principales hallazgos concluyeron que la inclusión de andamiaje motivacional:

- reduce las diferencias individuales en el desempeño de estudiantes de diferente estilo cognitivo DIC
- se observa una mejora significativa en los logros de aprendizaje de contenidos matemáticos
- se detecta una mejora en la motivación (en completar y superar las metas autoimpuestas, y completar las autoevaluaciones)

⁴ "La autoeficacia académica hace referencia a "las creencias personales que tiene una persona sobre sus propias capacidades para activar la motivación, los recursos cognitivos y los cursos de acción necesarios para realizar una tarea en un contexto determinado.... En el contexto educativo, la autoeficacia es un predictor del rendimiento académico" López Vargas et al. (2022, p.59)

4.8 Publicación de los principales resultados y conclusiones de la revisión sistemática.

Una síntesis de la revisión sistemática realizada en este trabajo, sus resultados y conclusiones principales, ha sido enviada y aceptada para su publicación en el XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC2024.

- Gubaro, M., Sanz, C., y Artola, V. (2024). Juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la Matemática en Educación Secundaria. Estado del arte. Libro de Actas - 30° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2024, pp. 379–389. <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/172755> .

Accesible desde <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/172755>

Capítulo 5: Conclusiones y Trabajos Futuros

5.1 Introducción

Este capítulo presenta las conclusiones del trabajo, el cual tuvo como objetivo principal el ofrecer una revisión sistemática de literatura sobre el uso de juegos serios digitales para la enseñanza de matemáticas en el nivel medio de Iberoamérica. Se han analizado y discutido los resultados obtenidos, con especial atención en el impacto del aprendizaje de la matemática (incluyendo las técnicas de medición utilizadas), las representaciones de objetos matemáticos, las estrategias cognitivas empleadas y los propósitos didácticos.

5.2 Conclusiones

Este trabajo presenta un aporte para el diseño y uso de juegos serios educativos y de propuestas didácticas que los incluyan y favorezcan el aprendizaje de la matemática en el nivel medio.

Los diferentes estudios confirman que la implementación de JS favorece el aprendizaje de la matemática y los procesos de razonamiento relacionados con ella; aumentan la motivación, compromiso y participación activa de los estudiantes.

El análisis comparativo de los distintos aspectos de diseño del JS con las evidencias en los resultados del aprendizaje, revelan que los desarrollos que incluyeron estrategias cognitivas más complejas, múltiples propósitos didácticos y dos o más sistemas de representación de objetos matemáticos, alcanzaron un impacto mayor en el aprendizaje de la matemática. Los que se caracterizaron por un diseño más simple, obtuvieron también un impacto mucho menor. Esto coincide con las afirmaciones de los autores citados en la motivación (Capítulo 1, sección 1.2) respecto a las ventajas de incorporar los JS a la enseñanza, destacando la necesidad de que la propuesta de integrarlos implique la articulación de representaciones simultáneas para los conceptos matemáticos, y la profundización en torno a procesos cognitivos específicos.

Se observa, además, que las propuestas de JS orientadas a la matemática en nivel medio en Iberoamérica son aún escasas, y la mayor parte de los diseños no incluye a estudiantes de nivel intermedio.

5.3 Trabajos a futuro

Este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones sobre el desarrollo de juegos serios y diseños didácticos para la enseñanza de matemáticas en secundaria. Se propone la investigación y selección de mecánicas de juego que promuevan la comprensión conceptual, la resolución de problemas y el razonamiento matemático, adaptándose a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Líneas futuras de investigación podrían incluir la creación y evaluación de prototipos de juegos, propuestas de gamificación, y secuencias de aprendizaje que integren diferentes sistemas de representación matemática y múltiples propósitos didácticos, implementados y evaluados en contextos educativos reales para determinar la efectividad de esta estrategia educativa innovadora. Se espera profundizar estos estudios en la tesis de maestría en Tecnología Informática aplicada en Educación.

Referencias Bibliográficas

- Albarracín, L., Chico, J., Simarro, C., y Valdés-Sánchez, L. (2019). Un taller de experimentación matemática usando un videojuego de estrategia - A workshop on mathematical experimentation using a strategy video game. *ENSAYOS. Revista de La Facultad de Educación de Albacete*, 34(2), 85–99.
<https://doi.org/10.18239/ENSAYOS.V34I2.1768>
- Amer, aly. (2006). Reflections on Bloom’s Revised Taxonomy. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 4(1), 213–230.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293123488010>
- Archuby, F. H. (2020). *Metodologías de Diseño y Desarrollo para la Creación de Juegos Serios Digitales* [Universidad Nacional de La Plata].
<https://doi.org/10.35537/10915/111123>
- Ascheri, M. E., Testa, O., Pizarro, R., Camiletti, P., Díaz, Lucas, y Dimartino, S. (2016). Aplicaciones para la enseñanza aprendizaje de matemática en el nivel secundario. *XVIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina)*, 951–955. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52766>
- Belcastro, A., Quiroga, M., Giménez, J., Santana, S., Dibez, P., y Bertone, R. (2018). Vinculación con docentes de nivel secundario y con ingresantes de Informática, a través de talleres y juegos educativos desarrollados, uno de los cuales, es un juego móvil. *XX Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2018, Universidad Nacional Del Nordeste)*, 1106–1110.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68398>
- Candia García, F. (2022). Integración de la impresión 3D en la educación tecnológica. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 12(24).
<https://doi.org/10.23913/RIDE.V12I24.1170>
- Chiodi, G. A., Bosio, M. A., Aliciardi, A. E., Pautasso, P., y Marcucci, M. (2014). Plataforma informática aplicada como ayuda al proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemáticas. *Simposio Argentino de Tecnología y Sociedad, STS 2014*, 175–182.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41802>
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hailey, T., y 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>

- Coronado Arjona, M. A., Nieves Guerrero, C. G., Couoh Noh, J. R., y Tec Ay. V. M. (2019). Prototipo de juegos serios para el aprendizaje del lenguaje algebraico. Serious games prototype for the learning of the algebraic language. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 6(1), 86–102. <https://doi.org/10.32671/TERC.V6I1.54>
- Cunha, A., Barbalho, M., Rezende, L., y Ferreira, R. (2015). O professor de Matemática do ensino médio e as tecnologias de informação e comunicação nas escolas públicas estaduais de Goiás. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E4, 1–16. <https://doi.org/10.17013/RISTI.16.1-16>
- Curras, D., Dabove, M., Sartorio, A., Vaquero, M., y Diamand, L. (2016). Transformación de Exámenes de Ambientes E-Learning en Videojuegos Web. *XXII Congreso Argentino de Ciencias de La Computación (CACIC 2016)*, 392–403. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55718>
- Del Río, L. S. (2017). *Geometría Dinámica en Entornos Hipermedia como Facilitadora del Aprendizaje de la Matemática*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/60817>
- Dichev, C., y Dicheva, D. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 1–36. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>
- Dieser, M. P. (2019). *Estrategias de Autorregulación del Aprendizaje y Rendimiento Académico en Escenarios Educativos Mediados por Tecnologías de la Información y la Comunicación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/85104>
- Díez Rioja, J. C., Bañeres Besora, D., y Serra Vizern, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 85–105. <https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554766006.pdf>
- Duval, R. (1993). Registros de Representación Semiótica y Funcionamiento Cognitivo del Pensamiento. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. 5, 37–65. <https://www.sciepub.com/reference/271534>
- Duval, R. (2006). Un Tema Crucial en la Educación Matemática: La Habilidad para Cambiar el Registro de Representación. *La Gaceta de La RSME*, 9(1), 143–168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1984436>
- Encalada Díaz, I. Á. (2021). Aprendizaje en las matemáticas. La gamificación como nueva herramienta pedagógica. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 5(17), 311–326. <https://doi.org/10.33996/REVISTAHORIZONTES.V5I17.172>

- Flores Méndez, C. E., Quintana López, M., y Orozco Aguirre, H. R. (2020). La Guarida de los Piratas - Un Juego Serio Basado en Retos de Matemáticas Básicas (The Pirates' Lair – A Serious Game Based on Basic Math Challenges). *Pistas Educativas*, 42(136). <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2408>
- García, M. A., Deco, C., y Collazos, C. A. (2017). Robotics Based Strategies to Support Computational Thinking: The Case of the Pascual Bravo Industrial Technical Institute. *Journal of Computer Science and Technology*, 17(01), 59–67. <https://www.redalyc.org/pdf/6380/638067255007.pdf>
- Gubaro, M., Sanz, C., y Artola, V. (2024). Juegos serios educativos digitales orientados a la enseñanza de la Matemática en Educación Secundaria. Estado del arte. *Libro de Actas - 30° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2024*, 379–389. <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/172755>
- Guccione, L. D., y Massa, S. M. (2022). Recomendaciones utilizando Inteligencia Artificial a partir de las métricas de evaluación obtenidas de las analíticas de aprendizaje aplicadas a Serious Games. *XXIV Edición Del Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*, 739–743. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/145117>
- Guerra-Antequera, J., y Revuelta-Domínguez, F. I. (2022). Investigación con videojuegos en educación. Una revisión sistemática de la literatura de 2015 a 2020. *Revista Colombiana de Educación*, 85, 27–53. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.17227/rce.num85-12579>
- Guzmán-Rivera, M. Á., Escudero-Nahón, A., y Canchola-Magdaleno, S. L. (2020). “Gamificación” de la enseñanza para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: cartografía conceptual. *Sinéctica*, 54. [https://doi.org/10.31391/S2007-7033\(2020\)0054-002](https://doi.org/10.31391/S2007-7033(2020)0054-002)
- Hernández-Sabaté, A., Joanpere, M., Gorgorió, N., y Albarracín, L. (2015). Mathematics Learning Opportunities when Playing a Tower Defense Game. *International Journal of Serious Games*, 2(4). <https://doi.org/10.17083/IJSG.V2I4.82>
- Hitt, F. (1998). Visualización Matemática, Representaciones, Nuevas Tecnologías y Curriculum. *Educación Matemática*, 1(2), 23–45. <http://funes.uniandes.edu.co/10137/1/Visualizacion1998Hitt.pdf>
- Ibarra, M. J., Barzola Moscoso, B., Gomez Aiquipa, E., Calatayud Madariaga, R. E., Dávila Huacoto, J. L., y Lima Bendezu, M. P. (2020). A systematic literature review of empirical evidence on Serious Game for Mathematics Learning. *XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje (LACLO)*. <https://doi.org/10.1109/laclo50806.2020.9381154>

- Ibarra, M. J., Soto, W., Atacusi, P., y Atacusi, E. (2016). *MathFraction: Educational Serious Game for Students Motivation for math learning. (LACLO)*, 1–9. <https://doi.org/DOI:10.1109/LACLO.2016.7751777>
- Islas Torres, C. (2017). La implicación de las TIC en la educación: Alcances, Limitaciones y Prospectiva. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 8(15), 861–876. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V8I15.324>
- Ke, F.: A Case Study of Computer Gaming for Math: Engaged Learning from Gameplay? *Comput Educ.* 51, 1609–1620 (2008).
<https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2008.03.003>
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., y Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15.
<https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2008.09.009>
- Lepe-Salazar, F., y Cortes-Alvarez, T. (2017). FORTAGONO: A model for the technological mediation of the teaching and learning processes. *IEEE Access*, XX, 1.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3254441>
- Lion, C., y Perosi, V. (2019). Didácticas Lúdicas: Aproximaciones, Desafíos y Posibilidades para la Integración de Videojuegos Serios en el Nivel Superior. *Revista de Enseñanza de La Física.* , 31(2), 47–55.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26942>
- López-Noguero, F., Gallardo-López, J.A., Muñoz-Villaraviz, D.: Videojuegos y Preadolescencia. Uso, Hábitos e Implicaciones Socioeducativas en Función del Género. *Revista Colombiana de Educación.* (2022).
<https://www.redalyc.org/journal/4136/413674311017/413674311017.pdf>
- López Sánchez, A., y González Lara, A. (2021). Evaluación de un juego serio que contribuye a fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de nivel medio superior. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 221–243.
<https://doi.org/10.5944/RIED.24.1.27450>
- López-Vargas, O., Bermúdez-Martínez, M., y Sanabria-Rodríguez, L. (2022). Autoeficacia y logro de aprendizaje en estudiantes con diferente estilo cognitivo en un videojuego. *Revista Colombiana de Educación*, 85, 55–78. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.17227/rce.num85-12499>
- Lovos, E., Goin, M., Molina, C., y Sanz, C. V. (2020). Evaluación de un Juego Serio Móvil para Repaso de Álgebra. *Tecnología En Educación - TE&ET 2020*, 12–20.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103662>

- Macías Espinales, A. (2018). Gamificación en el desarrollo de la competencia matemática: Plantear y Resolver Problemas. Gamification in the development of mathematical competence: Pose and Solve Problems. *Rev. SINAPSIS*, 12(1).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8280888>
- Marcucci, M., Aliciardi, A. E., Collino, F., Cunto, G. de, Bosio, M. A., y Chiodi, G. A. (2015). Videojuegos como parte del aprendizaje. *II Simposio Argentino Sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44 (Rosario, 2015)*.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59539>
- Marín-Suelves, D., Esnaola-Horacek, G., y Donato, D. (2022). Videogames and Education: Analysing of Research Trends. *Revista Colombiana de Educación*, (84).
<https://www.redalyc.org/journal/4136/413674311011/413674311011.pdf>
- Martínez Padilla, Y. A., Vázquez-Reyes, S., González, A. M., y García Hernández, A. (2017). Mahi: Herramienta de Apoyo para Practicar Ecuaciones Algebraicas de Primer Grado Mahi: Support Tool for Practicing First-Degree Algebraic Equations. *[IEEE 2017 6th International Conference on Software Process Improv2017 6th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS) - 2017 6ta Conferencia Internacional Sobre Mejora de Procesos de Software (CIMPS)]*.
<https://doi.org/doi:10.1109/cimps.2017.8169948>
- Molina Ayuso, Á., Adamuz Povedano, N., y Bracho López, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. *Aula Abierta, ISSN 0210-2773, Vol. 49, N° 1, 2020 (Ejemplar Dedicado a: Educación Patrimonial), Págs. 83-90, 49(1), 83–90*. <https://doi.org/10.17811/rifie.49.1.2020.83-90>
- Montes González, J. A., Ochoa-Angrino, S., Baldeón Padilla, D. S., y Bonilla Sáenz, M. (2018). Videojuegos educativos y pensamiento científico: análisis a partir de los componentes cognitivos, metacognitivos y motivacionales. *Educación y Educadores*, 21(3), 388–408. <https://doi.org/DOI>: <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.3.2>
- Observatorio de la Industria Argentina de Videojuegos de la Universidad Nacional de Rafaela: Relevamiento sobre la Industria Nacional. (2023).
<https://www.unraf.edu.ar/index.php/secretarias/investigacion/observatorio-videojuegos>
- OECD. (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. In *OECD Report*.
<https://doi.org/10.1787/9789264190511-EN>

- Oliveira, R. N. R., Belarmino, G. D., Rodriguez, C., Goya, D., Da Rocha, R. V., Venero, M. L. F., Benitez, P., y Kumada, K. M. O. (2021). Development and evaluation of usability and accessibility of an educational digital game prototype aimed for people with visual impairment. *Revista Brasileira de Educacao Especial*, 27, 847–864.
<https://doi.org/10.1590/1980-54702021V27E0190>
- Pascuas-Rengifo, Y. S., Garcia-Quintero, J. A., y Mercado-Varela, M. A. (2020). Dispositivos móviles en la educación: tendencias e impacto para la innovación. *Revista Politécnica*, 16(31), 97–109. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a8](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a8)
- Petticrew, M., y Roberts, H. (2008). Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*, 1–336.
<https://doi.org/10.1002/9780470754887>
- Prensky, M. (2001). Digital Game-Based Learning From Digital Game-Based Learning (McGraw-Hill, 2001) The Digital Game-Based Learning Revolution Fun at Last! *McGraw-Hill*.
<https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Ch2-Digital%20Game-Based%20Learning.pdf>
- Ramírez-Orozco, J. G. (2022). Experiencia STEM: desarrollo del pensamiento matemático a través de videojuegos meteorológicos. *Revista Colombiana de Educación*, 85, 147–163.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17227/rce.num85-12756>
- Ramos, L. C. L., Casillas, S. F., y Rábago, A. R. (2021). Gamificación: una Estrategia de Enseñanza de las Matemáticas en Secundaria. *EDUCATECONCIENCIA*, 29(Esp.), 124–146. <https://doi.org/10.58299/EDU.V29IESP.397>
- Ricce Salazar, C. M., y Ricce Salazar, C. R. (2021). Juegos didácticos en el aprendizaje de matemática. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 5(18), 391–404. <https://doi.org/10.33996/REVISTAHORIZONTES.V5I18.182>
- Robles, D., y Quintero M., C. G. (2020). Intelligent System for Interactive Teaching through Videogames. *Sustainability*, 12(3573), 3573. <https://doi.org/10.3390/SU12093573>
- Rodríguez-Hoyos, C., y João Gomes, M. (2013). Videojuegos y educación: una visión panorámica de las investigaciones desarrolladas a nivel internacional. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(2), 479–494.
<https://www.redalyc.org/pdf/567/56729526027.pdf>
- Rojas, P., García, P., Sáez-Delgado, F., Badilla-Quintana, M. G., y Jiménez-Pérez, L. (2022). Análisis de intervenciones educativas con videojuegos en educación secundaria: una revisión sistemática. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 15.
<https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.37810>

- Salomon, G., Perkins, D.N., Globerson, T.: Coparticipando en el Conocimiento: la Ampliación de la Inteligencia Humana con las Tecnologías Inteligentes. CL & E: Comunicación, lenguaje y educación, ISSN 0214-7033, No 13, 1992, págs. 6-22. 4, 6-22 (1992). <https://doi.org/10.1080/02147033.1992.10820997>
- Sandí Delgado, J. C. (2018). *Análisis Comparativo de Juegos Serios Educativos. Indagación sobre sus Posibilidades para la Adquisición de Competencias Tecnológicas en la Formación del Profesorado*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/65653>
- Sanz, C., Nordio, M., y Artola, V. (2018). FraccionAR Un juego para aprender sobre fracciones basado en Interacción Tangible. *XIII Congreso Nacional Tecnología En Educación y Educación En Tecnología - TE&ET 2018*, 84-92. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68898>
- Sanz, C. V., Lovos, E., Goin, M., Ricca, M. V., Molina, C., Gil, E., Basciano, I., Ponce Cevolí, I., y Gastaminza, M. (2021). Juegos serios y realidad aumentada. Oportunidades y retos para su inclusión en propuestas educativas. *XXIII Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*, 935-939. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122238>
- Sarmiento Bolívar, M. I. (2017). *Análisis de experiencias y estrategias educativas con TIC para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria y primeros años de universidad en Iberoamérica*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60186>
- Smith, K., Shull, J., Dean, A., Shen, Y., y Michaeli, J. (2016). SiGMA: A software framework for integrating advanced mathematical capabilities in serious game development. *Advances in Engineering Software*, 100, 319-325. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2016.08.007>
- Toda, A. M., Do Carmo, R. S., Silva, A. L., y Brancher, J. D. (2016). Project SIGMA - An Online tool to aid students in Math lessons with gamification concepts. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC, 2016-September*, 50-53. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2014.35>
- Uicab-Ballote, R., Madera-Ramírez, F., y Basto-Díaz, L. (2014). Videojuego para el Repaso de Fracciones “Tséem Took y la Princesa de Uxmal Versión 1.1.” *Revista Iberoamericana de Educación En Tecnología y Tecnología En Educación*, 87-95. <https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/329/599>
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D., y Cox, P. W. (1977). Field-Dependent and Field-Independent Cognitive Styles and Their Educational Implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64. <https://doi.org/10.3102/00346543047001001>

- Wouters, P., van Oostendorp, H., ter Vrugte, J., vanderCruyssen, S., de Jong, T., y Elen, J. (2017). The effect of surprising events in a serious game on learning mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 860–877. <https://doi.org/10.1111/BJET.12458>
- Yamada, F. M., Ribeiro, T., y Ghilardi-Lopes, N. P. (2019). Assessment of the prototype of an educational game on climate change and its effects on marine and coastal ecosystems. *Brazilian Journal of Computers in Education (Revista Brasileira de Informática Na Educação - RBIE)*, 27(03), 01–31. <https://doi.org/10.5753/rbie.2019.27.03.01>
- Zangara, M., y Sanz, C. (2011). Las E-Actividades como Elemento Central en el Diseño de Propuestas de Educación Mediada. Una Posible Definición y Clasificación. *I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación En El Aula*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26547>
- Zeballos, M., Lombardo, S., Fanelli, V., Gubaro, M., Ferreyra, P., Artola, V., y Sanz, C. (2022). Juego Educativo Basado en Realidad Virtual e Interacción Tangible para el Aprendizaje de Temas de Matemática y Química. *XVII Congreso de Tecnología En Educación & Educación En Tecnología - TE&ET 2022*, 220–223. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/139956>