



UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID
(UDIMA)

*Facultad de Ciencias de la Salud y de la Educación
Departamento de Educación*

*Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*

***REVISIÓN TEÓRICA DEL USO DE LOS VIDEOJUEGOS
EN LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS EN EL
SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL***

Alejandro Varela García

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Bajo la dirección de:

Enrique Meléndez Galán

MADRID
Junio 2024

RESUMEN

En este trabajo se presenta una revisión teórica de la literatura publicada en los últimos 10 años (periodo 2014-2024) sobre el uso de los videojuegos como recurso didáctico en el aula en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la formación obligatoria y bachillerato en el sistema educativo español. Este periodo de formación abarcará la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el bachillerato, con alumnos en un amplio rango de edad entre los 6 y 18 años. Si bien esta metodología es de reciente creación, existe ya suficiente cuerpo de trabajo para realizar una revisión teórica que permita entender el estado del arte de esta cuestión en España, así como identificar tendencias de uso, diferentes perspectivas y limitaciones a las que se enfrenta. Este campo es todavía un área en desarrollo que amerita investigaciones más profundas y detalladas a medio y largo plazo.

Palabras clave: didáctica de las matemáticas, gamificación, revisión teórica, sistema educativo español, videojuegos.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	OBJETIVOS.....	7
3	MÉTODO.....	8
3.1	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	8
3.2	TÉRMINOS DE BÚSQUEDA, RESULTADOS Y PROCESO DE SELECCIÓN .	10
4	DESARROLLO Y DISCUSIÓN	13
4.1	DESARROLLO	13
4.1.1	RESULTADOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA	13
4.1.2	RESULTADOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO ...	20
4.2	DISCUSIÓN.....	24
4.2.1	DIFERENCIAS POR ETAPA EDUCATIVA.....	25
4.2.2	DIFERENCIAS POR TIPO DE VIDEOJUEGO EMPLEADO	27
4.2.3	DIFERENCIAS POR CONTENIDO MATEMÁTICO TRABAJADO	30
4.2.4	DIFERENCIAS POR EL ANÁLISIS DE RESULTADOS REALIZADO.....	33
5	CONCLUSIONES Y VALORACIÓN CRÍTICA	36
5.1	EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	36
5.2	VALORACIÓN CRÍTICA Y LIMITACIONES	38
5.3	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	39
6	REFERENCIAS	41

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<i>Tabla 1:</i> Relación de términos de búsqueda y el número de resultados que producen en Dialnet y, entre paréntesis, en Google Académico.....	11
<i>Figura 1:</i> Diagrama de flujo basado en el método PRISMA para la selección de fuentes para el estudio.....	12
<i>Figura 2:</i> Distribución de los artículos según la etapa educativa	13
<i>Figura 3:</i> Imágenes de diferentes niveles del videojuego Kula World (1)	14
<i>Figura 4:</i> Distribución de los trabajos seleccionados en Educación Secundaria según su propuesta didáctica.	20
<i>Figura 5:</i> Distribución temporal en distintos intervalos de años de los artículos seleccionados para la revisión teórica	25
<i>Figura 6:</i> Distribución de los artículos según el tipo de videojuego empleado en las distintas etapas educativas.....	28
<i>Figura 7:</i> Contenidos matemáticos trabajados y competencias matemáticas desarrolladas en los artículos seleccionados.....	32
<i>Figura 8:</i> Clasificación de los artículos seleccionados en función de si los autores proporcionan algún tipo de análisis de los resultados obtenidos.....	33
<i>Figura 9:</i> Distribución de los artículos seleccionados en función del tipo de análisis realizado sobre los resultados obtenidos.....	35

1 INTRODUCCIÓN

La irrupción de los videojuegos como una de las principales fuentes de ocio entre el segmento de población joven y adolescente es uno de los mayores cambios de paradigma en el sector del entretenimiento en las últimas décadas. Los videojuegos han pasado en este siglo de ser un producto destinado a un público reducido a convertirse en toda una industria capaz de competir en igualdad de condiciones con otros gigantes como el cine o la televisión. Su influencia en la sociedad, en la cultura y la economía es innegable, como también es innegable que su mayor impacto se centra en las personas en edad formativa. Así, los videojuegos forman parte de la vida diaria de un gran número de jóvenes en España, siendo en no pocos casos su mayor foco de interés. De acuerdo con la Asociación Española de Videojuegos, el 79% de la población en el tramo de edad de 6 a 11 años juega a videojuegos, siendo este porcentaje del 84% entre los 11 y 14 años y del 71% entre los 15 y 24 años (AEVI, 2022).

La educación, por definición, no es un proceso aislado del contexto en el que se lleva a cabo, sino que tiene una componente social de gran relevancia. Es por esto por lo que el sistema educativo es una entidad con vida propia, que cambia y se adapta a la situación socioeconómica en la que se desarrolla, si bien los cambios pueden ser lentos y farragosos. Los videojuegos han cambiado el perfil del alumno que ingresa en el sistema educativo español de maneras difícilmente cuantificables pero evidentes. El uso de videojuegos ha sido relacionado con una variedad de sucesos tanto negativos como positivos, desde el aislamiento, el aumento de agresividad y el sedentarismo hasta el reaprendizaje motor y la tenacidad para enfrentar situaciones de la vida real (Jiménez y Araya, 2012). Por este motivo, es interesante plantear qué papel juegan los videojuegos en el proceso formativo de los estudiantes. Más allá de culpabilizar a todo elemento externo al entorno escolar de ser una distracción de sus obligaciones académicas, el sistema educativo tiene la oportunidad de incorporar estos elementos, catalogados en ocasiones como disruptivos, como un recurso didáctico. Dicho de otra manera, el videojuego puede dejar de verse como un obstáculo y empezar a considerarlo como una herramienta a disposición del docente para la mejor educación de sus alumnos.

Matemáticas, por su carácter abstracto y gobernado por una serie de axiomas y un lenguaje técnico propio, es a menudo una de las asignaturas con menor apreciación dentro del alumnado. De esta forma, es común encontrarse a alumnos con serias dificultades de aprendizaje en esta

materia, con escaso interés en su estudio o directamente con aprensión a todo lo que tenga que ver con ella. A partir de la observación de esta problemática surgió la didáctica de las matemáticas, disciplina de reciente creación que intenta dilucidar el motivo de estas dificultades y proporcionar metodologías que ayuden a paliar estos problemas. Una de las áreas de interés de la didáctica de las matemáticas es cómo afrontar la resolución de problemas. Existen numerosas contribuciones al respecto, siendo una de las más influyentes la aproximación heurística de Polya (1945), en la que propone una serie de pasos generales independientes del problema concreto que pueden ayudar al estudiante a encontrar un camino a la solución. Otros autores plantean la colaboración entre iguales como elemento clave de los procesos de generación de ideas y resolución de problemas (Lesh, 1981). En este sentido, también se pueden entender los videojuegos, en esencia, como un problema que hay que resolver. El videojuego plantea un objetivo que hay que conseguir y una serie de dificultades y limitaciones que el jugador debe superar. Para ello, el usuario debe hacer gala de su capacidad de planificación y de formular, adaptar y testear estrategias. Es posible argumentar entonces que muchas de las habilidades necesarias para resolver un problema matemático se pueden ejercitar alternativamente mediante el uso de videojuegos de una manera adecuada (Adachi y Willoughby, 2013).

En este sentido, no es posible hablar del uso de los videojuegos en la didáctica sin mencionar la gamificación como término que engloba esta y muchas otras propuestas con puntos en común. Este término empezó a utilizarse a principios de los años 2000, aunque no fue hasta la década pasada cuando ganó popularidad. Deterding et al. (2011) definen la gamificación como el uso de mecánicas propias de los juegos en contextos no necesariamente lúdicos. Es evidente entonces que el uso del potencial educativo en matemáticas cae dentro de esta metodología más general. Los videojuegos poseen dos características definitorias que establecen un vínculo entre su uso recreativo y su potencial como recurso didáctico. Por una parte, establecen una serie de normas que el jugador está obligado a seguir para jugar y fija unos objetivos que alcanzar; por otra parte, el videojuego proporciona retroalimentación de manera constante e inmediata al jugador, de forma que el usuario es capaz en cualquier momento de deducir qué aproximaciones funcionan, cuáles pueden ser mejoradas y cuáles deben ser descartadas para ganar (Dickey, 2005). La primera característica es fácilmente vinculable con cómo se estructuran las matemáticas a nivel formal: a partir de una serie de axiomas y definiciones sobre las cuales se

edifica de manera lógica el resto del conocimiento. La segunda característica se puede relacionar con un aprendizaje significativo de las matemáticas, ya que el proceso de retroalimentación es fundamental a la hora de encajar los conceptos matemáticos en nuestra red de conocimientos previos y fijar esos conocimientos de manera permanente en la memoria. El error es, por tanto, parte imprescindible a la hora de aprender, ya sea en lo referente a las habilidades necesarias para jugar al videojuego en cuestión o para adquirir conocimiento matemático abstracto. Del mismo modo, la necesidad de tomar decisiones de manera dinámica que imponen los videojuegos también se puede extrapolar a los procesos de resolver un problema matemático (Charsky, 2010) , y las metodologías que implementan el uso de videojuegos de forma didáctica permiten incluir actividades de ordenación, clasificación y medida que activan procesos de pensamiento lógico y heurístico que se relacionan directamente con la resolución de problemas y la búsqueda de estrategias ganadoras (Armstrong, 2009).

Con esto anterior en mente, y tal como hemos mencionado al principio del apartado, la industria de los videojuegos ha alcanzado un tamaño gigantesco y la variedad de juegos disponibles en el mercado ha aumentado de manera acorde. Sin embargo, no todos los videojuegos tienen el mismo potencial didáctico. En este trabajo haremos una distinción muy general entre dos tipos de videojuegos según su enfoque: los videojuegos comerciales y los videojuegos educativos (también conocidos como *serious games*). Los videojuegos comerciales abarcan aquellos que caen bajo el paraguas de lo que se entiende tradicionalmente como videojuegos: su propósito es meramente recreativo y no poseen ningún potencial didáctico intrínseco. En este caso, será responsabilidad de los docentes relacionar los aspectos lúdicos del juego con contenidos matemáticos y será necesaria una programación específica que integre las características del videojuego elegido con aspectos del currículo de Matemáticas. Los videojuegos educativos en cambio son juegos diseñados con la meta concreta de practicar de manera lúdica temas académicos concretos, y apenas ven uso fuera del contexto educativo. A partir de estas definiciones, una reflexión que se podría extraer es que los videojuegos educativos tienen una aplicación más sencilla y eficiente en las clases de Matemáticas. En este sentido, Ke (2008) afirma que el uso de videojuegos educativos aumenta las actitudes positivas de los alumnos hacia las matemáticas, pero advierte también de que es necesario que se combinen de manera orgánica los objetivos del juego y los objetivos de aprendizaje para que los alumnos se comprometan con este tipo de metodología. Al fin y al cabo, los alumnos muestran una

preferencia clara hacia los juegos comerciales que priorizan el aspecto lúdico (Hamlen, 2011), y dado que la motivación es un factor clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje, debemos tener en cuenta esta inclinación natural de los alumnos a la hora de plantear este enfoque. Otra aproximación prometedora en este sentido es la programación de videojuegos por parte de los alumnos en vez de simplemente usar videojuegos ya existentes. Esta actividad está altamente relacionada con competencias como la creatividad, la resolución de problemas y la autonomía en el proceso de aprendizaje (Zuckerman, Arida y Rusnick, 2005).

Un estudio preliminar sobre la literatura publicada sobre este uso de videojuegos en el aula de matemáticas revela que esta práctica está más extendida en la etapa de educación primaria (de 6 a 12 años) que en las etapas de educación secundaria y bachillerato (de 12 a 18 años). Este hecho por sí mismo ya puede constituir una conclusión relevante de este trabajo. Sin embargo, no nos quedaremos en el conocimiento superficial de este suceso, sino que intentaremos encontrar los motivos que expliquen esta situación y las diferencias en metodología en ambas etapas. El amplio rango de edades de los alumnos con los que trabajaremos influirá en las capacidades de aprendizaje y abstracción necesarias para la asignatura de Matemáticas, así como en su proceso de formación como individuos y como responden a los diferentes estímulos que se les proporcionan. Es evidente que no podemos esperar el mismo grado de madurez o los mismos intereses en un niño de 6 años que en un adolescente de 18 años. Esto afectará de manera significativa en cómo se plantea el uso de videojuegos en el aula, qué tipos de videojuegos se utilizan y cómo aprovechan los alumnos esta oportunidad. Otro motivo por el que es de interés incluir los estudios en educación primaria es que la formación matemática que reciben a esas edades tempranas afecta de manera importante a la situación inicial de la que parten en la asignatura de Matemáticas cuando ingresan en la educación secundaria. Además, la etapa de educación primaria puede ser el primer lugar donde los alumnos desarrollen actitudes positivas o negativas hacia las matemáticas, desde la motivación por aprender a la aversión. Así, Rodríguez (2023) identifica la actitud, la ansiedad y la autoeficacia en matemáticas como factores que explican el rendimiento en matemáticas de estudiantes de Primaria, apuntando además que en esta etapa se pueden advertir signos indicativos de un futuro fracaso académico en Secundaria. El uso de videojuegos en este sentido se postula como una forma de evitar en cierto grado la aparición de dichas actitudes negativas y encaminar a los alumnos a una educación matemática satisfactoria en cursos venideros (Yaftian y Abdi, 2021).

Para hacer esta aproximación a nuestro tema de estudio, el presente TFM se organizará de la forma que se describe a continuación. En primer lugar, se presentarán los objetivos que se pretenden alcanzar al término del estudio, los cuales serán desglosados en objetivo principal y objetivos secundarios para mayor claridad. A continuación, se detallará el método seguido para la revisión teórica en este trabajo. Más específicamente, se enunciarán los criterios de inclusión que se han aplicado en la búsqueda de artículos, tesis y/o libros pertinentes al tema de investigación, así como las bases de datos en los que se han efectuado las búsquedas y los términos de búsqueda usados que han dado lugar a los resultados obtenidos. La siguiente sección será dedicada al desarrollo y discusión de los resultados obtenidos en nuestra búsqueda, y será la sección más extensa y minuciosa del documento. Esta sección estará dividida en varias subsecciones según el enfoque adoptado en cada ocasión en relación con los resultados obtenidos. En la última sección de este trabajo se recogerán las conclusiones propias obtenidas a lo largo de este estudio y se hará una valoración crítica del trabajo realizado evaluando el grado de cumplimiento de los objetivos marcados. De igual manera, se señalarán los problemas a los que se ha enfrentado este ejercicio académico y sus limitaciones. De forma complementaria, se propondrán futuras líneas de investigación que completen los estudios analizados en este trabajo o amplíen en otras direcciones el trabajo previo de otros autores.

2 OBJETIVOS

El Objetivo Principal (OP) del presente trabajo de revisión teórica es analizar el uso de videojuegos como recurso didáctico en el aula de Matemáticas en la formación obligatoria y bachillerato en el sistema educativo español en los últimos 10 años e identificar tendencias en la aplicación de esta metodología, diferentes enfoques dentro de este método y los motivos detrás de su situación dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Dado que el amplio alcance del objetivo principal dificulta su evaluación en los términos en los que se ha descrito, se ha dividido este objetivo en cuatro objetivos específicos diferentes que se enumeran a continuación.

Objetivo específico 1 (OE1): Revisar las diferencias en enfoque, método y aplicación de los videojuegos en la didáctica de matemáticas en función de la etapa educativa (primaria o secundaria y bachillerato) y analizar de manera crítica las tendencias observadas.

Objetivo específico 2 (OE2): Revisar qué tipos de videojuegos se usan en esta metodología de manera predominante y cuáles son sus características principales. En este mismo sentido, realizar una clasificación de los videojuegos empleados y en qué circunstancias se usan.

Objetivo específico 3 (OE3): Revisar qué tipo de metodología se ha aplicado para analizar los resultados de los estudios empíricos sobre el uso de los videojuegos en la didáctica de las matemáticas (cuantitativa, cualitativa o mixta) y realizar un análisis de los resultados obtenidos.

Objetivo específico 4 (OE4): Estudiar los beneficios del uso de videojuegos en el aula de Matemáticas, las limitaciones de las aproximaciones de los autores incluidos en este trabajo y posibles formas de superar estas limitaciones.

3 MÉTODO

En esta sección se describirá la metodología adoptada a la hora de seleccionar las fuentes que constituirán el cuerpo de nuestro estudio.

3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

A continuación, se enumeran los criterios de inclusión que se han tenido en cuenta a la hora de decidir si es apropiado incluir una fuente o no.

- *Criterio de inclusión I:* La fuente debe haber sido publicada en los últimos 10 años; esto es, en el periodo comprendido entre los años 2014 y 2024. Este criterio de inclusión se adopta para evitar incluir fuentes desfasadas temporalmente. Hemos de considerar la rapidez con la que las Tecnologías de la Información y Comunicación han cambiado la sociedad y, por tanto, las clases y el perfil de los alumnos. Consideramos adecuado limitarnos a un periodo de 10 años en el cual podemos encontrarnos una situación educativa comparable a la actual, aunque siendo consciente de los diferentes eventos que han podido influir en el interés por esta materia (como la pandemia provocada por el Covid-19).
- *Criterio de inclusión II:* La fuente debe contener una propuesta didáctica basada o relacionada con el uso de los videojuegos en el aula de Matemáticas y un estudio empírico sobre los efectos y utilidad de esta en la muestra de alumnos con la que se ha llevado a cabo. Si bien es posible encontrar artículos en los que se proponen actividades de gran interés con videojuegos, consideramos que sin un estudio empírico para respaldar estas ideas estos trabajos resultan incompletos para los objetivos marcados para nuestro estudio.
- *Criterio de inclusión III:* La propuesta didáctica y posterior análisis de los datos obtenidos deben haber sido realizados sobre alumnos de formación obligatoria (Educación Primaria y Secundaria) o bachillerato. Originalmente, este criterio era más estricto y nos limitábamos a considerar únicamente aquellas fuentes que trabajaban con alumnado de Educación Secundaria o bachillerato. Sin embargo, unas búsquedas preliminares hicieron evidente que este criterio era demasiado restrictivo, ya que la cantidad de fuentes halladas era demasiado baja. Por lo tanto, se amplió el foco para incluir fuentes que trabajaran con alumnos de Educación Primaria. Esto provocó que cambiara ligeramente el enfoque de este estudio y que se incluyeran objetivos de

comparar la situación de las propuestas docentes con uso de videojuegos entre ambas etapas educativas.

- *Criterio de inclusión IV:* La propuesta didáctica y posterior análisis de los datos obtenidos deben haber sido realizados sobre alumnos que formen parte del sistema educativo español. Durante la fase de búsqueda de fuentes de este trabajo se encontraron numerosas fuentes que cumplían los criterios de inclusión I, II y III, pero que realizaban sus estudios en centros educativos de países latinoamericanos. Especialmente prominentes entre estos fueron estudios realizados en Colombia, Perú y México. Se decidió descartar estos estudios debido a las diferencias en modelos educativos entre España y estos distintos países que haría difícil establecer comparaciones entre estudios realizados en uno u otro país.
- *Criterio de inclusión V:* La propuesta didáctica y posterior análisis de los datos obtenidos deben haber sido realizados en relación con los contenidos curriculares de la asignatura de Matemáticas. La aplicación de este criterio de inclusión ha sido más laxa que la de los anteriores criterios de inclusión, ya que la frontera entre los conocimientos, habilidades y competencias propias de la asignatura de Matemáticas y las de otras materias, como por ejemplo Física, Biología o Programación, es en numerosas ocasiones difusa. Se han incluido por tanto fuentes que trabajen en su propuesta didáctica competencias que se pueden relacionar con las matemáticas, aunque no formen parte explícitamente de los contenidos curriculares de Matemáticas o trabajen transversalmente con los contenidos de otras asignaturas afines. La forma más relajada de aplicación de este criterio se hará más evidente con fuentes de Educación Primaria (contenidos transversales frecuentes) o fuentes que trabajen la programación de videojuegos (más habitual en Educación Secundaria y bachillerato).
- *Criterio de inclusión VI:* La fuente debe ser de libre acceso. En este sentido, nos vemos limitados por nuestros medios de acceso a literatura académica y esto repercutirá de forma inevitable en la completitud de nuestro estudio. En ocasiones, se han encontrado en las bases de datos fuentes que podrían ser de interés juzgando por su título que nos hemos visto forzados a descartar estar estas disponibles solo a través de un sistema de suscripción a cierta revista académica.

Estos criterios de inclusión han sido seleccionados de forma que los artículos resultantes al final de estos filtros constituyan un abanico de opciones representativo de las posibilidades que se van a encontrar los investigadores que quieran aproximarse a esta materia en un futuro.

3.2 TÉRMINOS DE BÚSQUEDA, RESULTADOS Y PROCESO DE SELECCIÓN

A continuación, es necesario presentar las bases de datos en las que se han efectuado las búsquedas de fuentes, así como los términos de búsqueda exactos que han dado lugar a las fuentes que componen el cuerpo de este estudio. La principal base de datos empleada ha sido *Dialnet*, a la cual hemos accedido a través de la *Biblioteca Hipatia*, servicio proporcionado por *UDIMA*. Los resultados obtenidos en *Dialnet* fueron complementados a posteriori por resultados obtenidos en *Google Académico*. En algunos casos, se recurrió a *Google Académico* para encontrar fuentes que aparecían en las búsquedas de *Dialnet*, pero a los cuales no teníamos acceso a través de esta base de datos. El proceso de búsqueda se llevó a cabo de la siguiente forma:

- Búsqueda de una serie de términos en *Dialnet* y filtrado de los resultados basándonos en los criterios de inclusión explicados anteriormente.
- En caso de encontrar una fuente a priori interesante a la cual no tenemos acceso a través de *Dialnet*, se busca esa fuente específica en *Google Académico* para ver si a través de esta fuente secundaria podemos acceder a dicha fuente.
- Búsqueda complementaria con los mismos términos de búsqueda en *Google Académico* y filtrado basado en los criterios de inclusión.

Si bien cuando se ha efectuado las correspondientes búsquedas en *Dialnet* se han obtenido unas cantidades de resultados que hacían factible el filtrado manual de las fuentes, este no ha sido el caso con *Google Académico*. Todos los términos de búsqueda usados proporcionaban más de 10.000 resultados en esta base de datos. Como es evidentemente inviable hacer un filtrado de tal número de resultados, se ha optado por limitarnos a los 50 primeros resultados proporcionados, ordenados por relevancia según el algoritmo de búsqueda de *Google Académico*. Es importante notar que los resultados obtenidos a partir de la búsqueda secundaria en *Google Académico* fueron en su mayoría duplicados de los resultados obtenidos en primera instancia en *Dialnet* y que fueron incluidos en el estudio o descartados en una primera iteración de la búsqueda. Se presenta a continuación una tabla a modo de resumen con los resultados de los distintos términos de búsqueda tanto en *Dialnet* como en *Google Académico* (ver *Tabla 1*).

Términos de búsqueda	Resultados en Dialnet (en Google Académico)
Videojuegos y matemáticas	141 (37.200)
Videojuegos educación matemática	80 (30.700)
Videojuegos educación matemática secundaria	16 (20.200)
Videojuegos educación matemática bachillerato	1 (18.200)
Videojuegos educación matemática primaria	31 (20.500)
Videojuegos educativos matemáticas	62 (27.900)
Videojuegos educativos matemáticas secundaria	6 (20.200)
Videojuegos educativos matemáticas primaria	23 (20.800)
Videojuegos recurso didáctico matemáticas	10 (19.200)

Tabla 1: Relación de términos de búsqueda y el número de resultados que producen en Dialnet y, entre paréntesis, en Google Académico. Fuente: elaboración propia.

Para terminar esta sección dedicada al método de selección de fuentes, se incluye un diagrama de flujo basado en el método PRISMA que representa el proceso de búsqueda e inclusión de las fuentes usadas de principio a fin (ver *Figura 1*). De manera somera, el proceso de selección de fuentes ha sido el que se detalla a continuación. El primer paso es realizar búsquedas independientes en las bases de datos empleadas con los términos de búsqueda que se exponen en la *Tabla 1*, y recopilar aquellas investigaciones que parezcan prometedoras basándonos en su título. A continuación, se realiza un cribado para eliminar artículos con el mismo título que hayan surgido en la búsqueda en ambas bases de datos. El siguiente cribado elimina duplicados que se producen como consecuencia de haber encontrado diferentes versiones de un mismo artículo con distinto título. El tercer y último cribado elimina aquellos artículos que, tras una lectura detallada, no cumplan los criterios de inclusión para esta revisión. Tras este proceso, obtenemos un cuerpo de investigación formado por 21 artículos, los cuales fueron incluidos en su totalidad para su posterior valoración crítica.

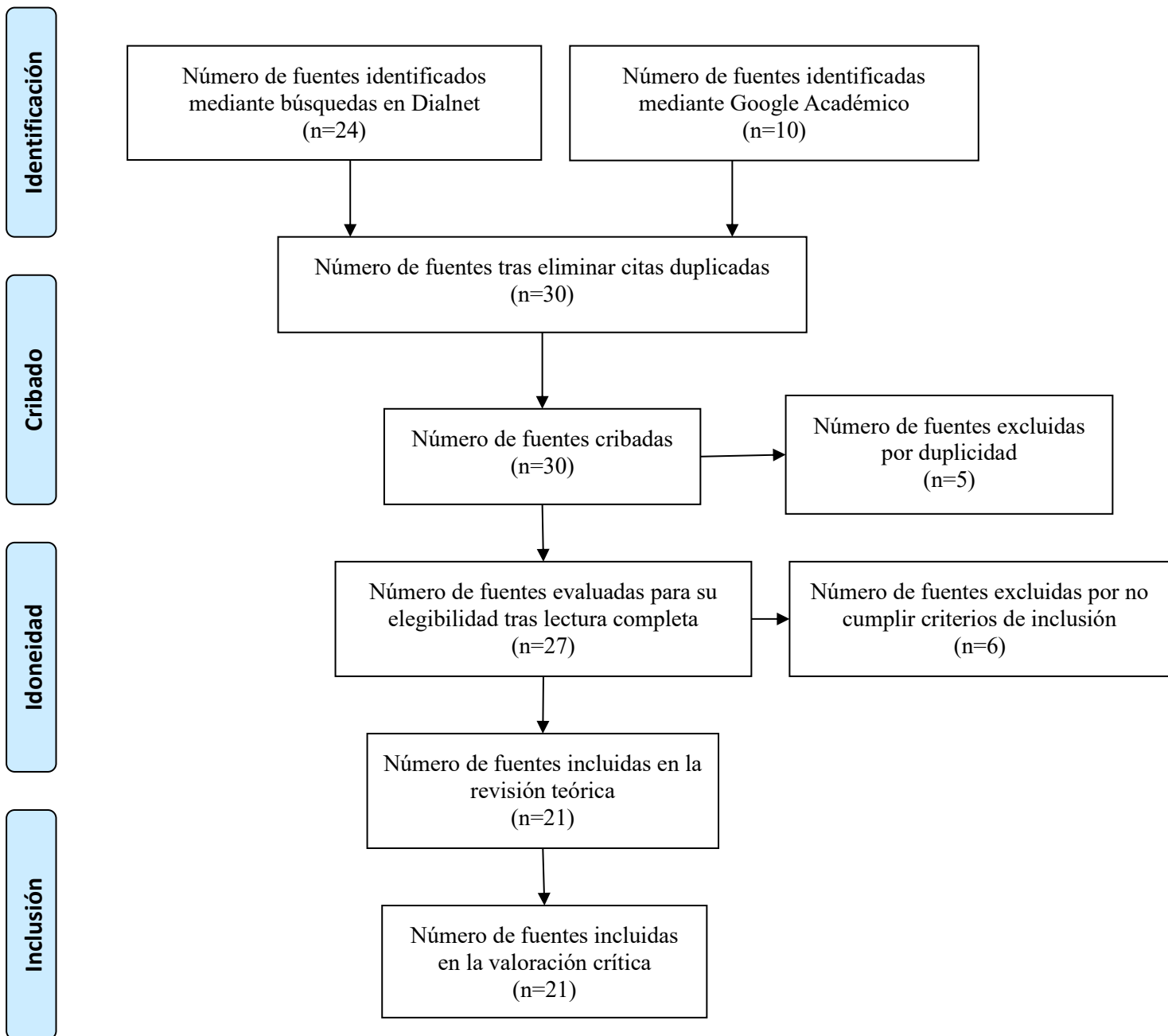


Figura 1: Diagrama de flujo basado en el método PRISMA para la selección de fuentes para el estudio. Fuente: PRISMA 2009 (modificada).

4 DESARROLLO Y DISCUSIÓN

4.1 DESARROLLO

La primera división cuantitativa que vamos a realizar será distinguir entre aquellos trabajos dirigidos a cursos de Educación Primaria y aquellos dirigidos a cursos de Educación Secundaria o Bachillerato. El proceso de selección de artículos ha generado un total de 21 trabajos de interés repartidos de la siguiente manera: 14 en Educación Primaria (67% de total) y 7 en Educación Secundaria o Bachillerato. Es cuanto menos llamativa la diferencia en número de una y otra categoría, llegando a una proporción de 2 a 1 en favor del uso de videojuegos en la Educación Primaria. En este primer apartado se realizará un ejercicio descriptivo de los artículos analizados.

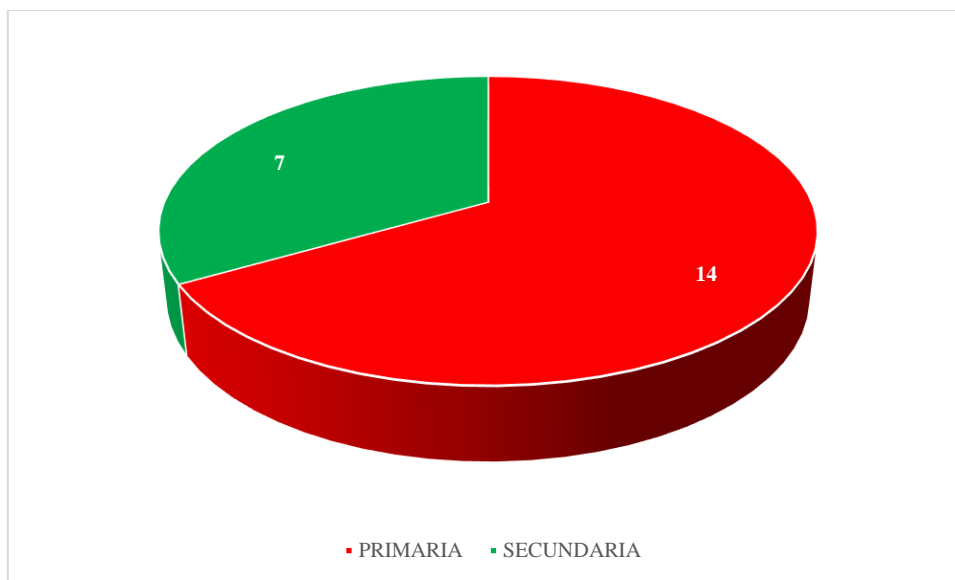


Figura 2: Distribución de los artículos según la etapa educativa. Fuente: elaboración propia.

4.1.1 RESULTADOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Los trabajos analizados sobre el uso de videojuegos en la didáctica de las Matemáticas en el contexto de la Educación Primaria son variados en el tipo de videojuegos empleado, en las metodologías que utilizan para integrar este recurso en el aula, en los contenidos matemáticos que trabajan y en el análisis de los resultados que producen. En esta sección se hará un recorrido por las diferentes propuestas encontradas en esta revisión teórica.

Albarracín, Hernández-Sabaté y Solà (2019) proponen el uso del videojuego *Kula World* (Persson, 1998) para trabajar los contenidos de geometría tridimensional en 4º de Primaria. En este videojuego el usuario controla una esfera por un laberinto formado por cubos 3D con el objetivo de conseguir la llave que abre la puerta de salida. Dentro del escenario, hay ciertos obstáculos que impiden el avance de la esfera, definiendo zonas accesibles e inaccesibles. El juego también nos permite cambiar la perspectiva desde la que se observa el escenario, haciendo visibles caminos y objetos previamente fuera de alcance. Albarracín señala que el videojuego utilizado aporta un contexto rico en el que los fenómenos tridimensionales participan de forma natural en la dinámica de juego y son necesarios para poder avanzar por los niveles.



Figura 3: Imágenes de diferentes niveles del videojuego *Kula World*.

La experiencia didáctica se organiza en tres fases. La primera fase consiste simplemente en familiarizarse de manera autónoma con las mecánicas del juego. En la segunda fase, se invita a los alumnos a reproducir diferentes escenarios del juego con materiales manipulativos. En la tercera y última fase, los alumnos trabajan en una lista de problemas basados en la localización y los caminos en entornos tridimensionales usando las mismas restricciones que impone el juego. Los autores afirman que esta actividad es efectiva para promover el razonamiento en espacios tridimensionales en los cursos superiores de Educación Primaria.

Marín y Sampedro (2015) proponen el uso del videojuego *Lemmings* (Follin, 2006) en el contexto de una clase de 1º de Primaria. En este videojuego, el usuario controla a unas criaturas llamadas *lemmings* en una serie de niveles, siendo el objetivo que un número determinado de *lemmings* sobrevivan el trayecto del principio del nivel al final. Los contenidos matemáticos que se trabajan son modestos dada la temprana edad de los alumnos y se centran en las nociones

básicas de unidades y decenas, así como de la suma y la resta. Más importantes son otras competencias matemáticas que se desarrollan con esta actividad, como la resolución de problemas y el diseño de estrategias mediante el pensamiento secuencial y la asignación de roles.

Ambos autores destacan el papel de los videojuegos como medio para potenciar la curiosidad, el desarrollo de habilidades sociales, comunicativas y personales y la autoestima del alumno. También argumenta que los videojuegos favorecen, entre otras cosas, el aumento de la atención, el pensamiento crítico y la motivación por el aprendizaje.

Masip, Fernández y Bosco (2017) adoptan un enfoque que combina y compara los resultados y utilidad como recurso didáctico de un videojuego comercial y un videojuego educativo en los cursos de 3º y 4º de primaria. Los videojuegos elegidos para el estudio son *Hearthstone* (McConnell, 2014) y un videojuego educativo de elaboración propia creado mediante el entorno multimedia *Jclíc* (Departamento de Educación de la Generalidad de Cataluña, 1992). *Hearthstone* es un juego de cartas en el que el usuario invoca a una serie de criaturas con el fin de derrotar al oponente. Cada carta tiene dos atributos (ataque y puntos de salud) expresados mediante números naturales. En cada interacción entre cartas se dan operaciones de suma y resta que son una oportunidad para el cálculo mental como herramienta para formular una estrategia ganadora. El videojuego educativo consiste simplemente en mostrar una operación por pantalla cuya solución el alumno tiene que seleccionar entre las propuestas por el juego.

Los principales contenidos matemáticos trabajados son el cálculo mental y la resolución de problemas. El trabajo de campo se dividió en tres fases. En la primera y tercera fase se usó *Hearthstone*, mientras que en la segunda fase se usó el videojuego educativo. Antes y después de cada fase se realizó una prueba de rendimiento a los alumnos. Los autores afirman haber observado una mejora significativa en las habilidades de cálculo mentales de los alumnos, así como de su capacidad de trabajo en equipo y de toma de decisiones. También indican que *Hearthstone* produjo más interacciones y de mayor calidad entre alumnos que el videojuego educativo, además de una mayor motivación.

Otro videojuego usado en la didáctica de las matemáticas con asiduidad es *Minecraft* (Persson, 2011). *Minecraft* es un videojuego de construcción de mundo abierto (también conocido mediante el anglicismo *sandbox*) que desafía en cierta medida la visión convencional del videojuego, en el sentido de que no tiene un objetivo definido de manera inequívoca para el jugador sino que le da total libertad para desplazarse por su mundo y tomar las decisiones lúdicas que el jugador prefiera. Esto convierte a *Minecraft* en un ambiente ideal para fomentar la creatividad e imaginación de sus jugadores, por lo que no es difícil intuir su potencial como herramienta en el aula. Galindo (2019) sugiere usar *Minecraft* como parte de un proyecto multidisciplinar en el desarrollo del currículo de Educación Primaria en todos sus cursos.

Dado su carácter transversal, su trabajo recoge ideas para el uso de *Minecraft* en asignaturas como *Ciencias de la Naturaleza*, *Ciencias Sociales*, *Educación Artística* o *Lengua Castellana*. Centrándonos en sus aportaciones en la asignatura de Matemáticas, se indican dos ramas de contenido en las que se considera que el uso de *Minecraft* es útil. Por una parte, en los contenidos referentes a la medida y la geometría es posible usar este videojuegos para trabajar los conceptos de longitud, superficie y volumen. Además, la construcción de figuras a partir de cubos trabaja la visión geométrica de los alumnos, si bien existen limitaciones para construir ciertas figuras a partir de cubos, como pueden ser las pirámides o las esferas. Por otra parte, *Minecraft* también se puede usar para estudiar conceptos de estadística y probabilidad mediante la simulación de experimentos aleatorios que impliquen nociones sobre el espacio muestral o el cálculo de probabilidades.

Otro autor que apoya el uso de *Minecraft* en el aula es Soto (2021), concretamente trabajando con alumnos de 4º, 5º y 6º de Primaria. Soto señala que es posible el uso de este videojuego para enseñar conceptos matemáticos como pueden ser las operaciones básicas, la medida, el volumen y los patrones algebraicos entre otros. El autor no usó la versión original del videojuego, sino que empleó *Minecraft: Education Edition*, una edición específicamente pensada para ser usada como herramienta para la educación. Esta opción está a medio camino entre los videojuegos comerciales y los videojuegos educativos, presentando características de ambos arquetipos. Esta propuesta didáctica se divide en tres etapas. En la primera etapa el usuario se encuentra en un laberinto en el que deberá responder a preguntas sobre los contenidos que se van a trabajar para avanzar, estableciendo un sistema de recompensas y castigos

(diamantes y esmeraldas respectivamente) según los aciertos y fallos a cada pregunta. Posteriormente, el usuario accede a la zona de actividades de resolución de problemas (2º etapa) y de razonamiento lógico (3º etapa) donde trabajarán sobre los contenidos adquiridos previamente.

Soto (2021) también incluye en su trabajo y posterior análisis una experiencia previa con otro videojuego de características muy diferentes (Soto, Luengo y Casas, 2019). En este caso se trata de un videojuego educativo de elaboración propia mediante el entorno *RPG Maker* (Corporation, 1992) al que titularon como *Land of Length*, y que está pensado para trabajar los contenidos de longitudes y superficies en 4º y 5º de primaria. Se trata de un juego de rol en el que el usuario controla a un personaje que se despierta en un mundo desconocido que tendrá que explorar, para lo que será necesario el conocimiento de los contenidos matemáticos exigidos. El sistema de evaluación consiste en conservar unas gemas que se le entregan al usuario al principio de la partida y que irá perdiendo si responde incorrectamente a las sucesivas cuestiones que se le plantean.

Soto realiza un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos basándose en cuestionarios con escala Likert y el uso de RAP (*Redes Asociativas Pathfinder*) sobre un grupo experimental y un grupo de control. El estudio lleva a cabo la toma de datos antes de la intervención (pretest), inmediatamente después de la intervención (postest) y al cabo de un tiempo después de la intervención (retest). Los resultados fueron sometidos a un análisis inferencial basado en el contraste de hipótesis. También se recogieron datos en forma de cuestionario sobre la experiencia de los maestros, tanto en activo como en formación, durante esta propuesta didáctica. De manera somera, entre las principales conclusiones del estudio destacan la mejora en el aprendizaje y recuerdo de los contenidos matemáticos frente al grupo control, el aumento en la motivación y actitud frente a las matemáticas y la opinión positiva de los maestros acerca de los videojuegos como recurso didáctico.

Del Moral, Guzmán y Fernández (2018) estudiaron el efecto del uso de videojuegos en alumnos de 1º, 2º y 3º de primaria en relación con sus competencias lingüísticas, naturalistas y lógico-matemáticas. Para ello, decidieron utilizar una selección de 15 videojuegos educativos de elaboración propia. Aquellos videojuegos dedicados a la competencia lógico-matemática

trabajaban especialmente el cálculo mental de operaciones básicas y el conteo de números naturales. La metodología aplicada consistió en un diagnóstico inicial y otro final realizados antes y después de la intervención educativa. Dichas pruebas consistieron en un cuestionario con escala Likert basado en el trabajo sobre inteligencias múltiples de Prieto y Ballester (2003) que realizaron los docentes para evaluar el nivel alcanzado por los alumnos en cada competencia. De este modo, los autores informan de una mejora generalizada en todas las competencias analizadas. En el área lógico-matemática son especialmente relevantes las mejoras en el interés del uso de videojuegos en las matemáticas, el gusto por los puzzles y juegos de estrategia y el disfrute de temas asociados con las matemáticas.

Otro ejemplo del uso de videojuegos educativos en la asignatura de Matemática es el trabajo de Bohórquez (2022). En este caso, el videojuego utilizado es *The Treasure Hunter and the Island of Numbers*, un videojuego de elaboración propia pensado para alumnos de 1º y 2º de Primaria. En este videojuego, el usuario controla a un personaje inspirado en “Indiana Jones” que debe superar una serie de niveles con puzzles y rompecabezas. A su vez, para conseguir las pistas y herramientas necesarias para la resolución del acertijo de cada nivel, el usuario deberá superar cierto número de retos matemáticos. La intervención educativa fue evaluada por parte de los docentes involucrados mediante un cuestionario con escala Likert en el cual se valoró positivamente la calidad técnica, la funcionalidad y el potencial didáctico de esta herramienta.

Otros autores como Caravaca (2021) y Cruz (2020) optan por centrar su investigación en la elaboración de un videojuego educativo con la intención de aplicarlo posteriormente a una intervención educativa. En el caso de Caravaca, se eligió el entorno *Unity* (Unity Technologies, 2005) para programar un videojuego dirigido a alumnos de 3º y 4º de Primaria y trabajando con énfasis en las operaciones aritméticas básicas (suma, resta, multiplicación y división). El videojuego consiste por tanto en una recopilación de juegos simples que trabajan por separado cada uno de estos aspectos. Durante la fase de desarrollo del videojuego se mantuvo un flujo de retroalimentación por parte de los alumnos para calibrar la dificultad y tantear qué minijuegos tenían más éxito entre el público. Por último, el videojuego tiene la capacidad de guardar la información sobre el rendimiento de cada jugador en los distintos minijuegos, de forma que se pueda usar esta información con fines educativos. Por otra parte, Cruz eligió hacer el desarrollo del videojuego en *Gdevelop* (Rival, 2008) y dirigirlo a alumnos de 5º de Primaria.

El contenido que se pretende trabajar en este caso es la geometría, más concretamente la clasificación de ángulos según su amplitud (agudos, rectos, obtusos o llanos). Este proyecto todavía está en fase de desarrollo.

En esta misma línea, existen autores cuyo interés no se centra en el uso de videojuegos en la didáctica de matemáticas en sí misma, sino en la programación de dichos videojuegos como método para desarrollar competencias matemáticas como la resolución de problemas, el pensamiento abstracto o la comprensión de un proceso algorítmico. En este sentido, Hijón (2023) utiliza el entorno de programación *Scratch* (Resnick, 2012) como base para un trabajo transversal entre las asignaturas de Matemáticas y de Ciencias de la Naturaleza en 4º de Primaria. La propuesta didáctica comienza con una versión del videojuego creada por los docentes que consiste en un juego de preguntas contextualizadas formado por varios niveles sobre los contenidos a trabajar. Cuando los alumnos ya se han familiarizado tanto con el videojuego como con el código que hay detrás, se les anima a modificar el juego y crear su propia versión que tendrán que entregar como parte final del proyecto. Cruz-García (2021), por otra parte, se centra más en la comprensión del código (instrucciones de entrada y salida, bloques condicionales y bucles) en un videojuego desarrollado en *Blockly* (Fraser, 2012). Mediante un análisis inferencial, Cruz-García concluye que esta aproximación mejora significativamente el aprendizaje de los alumnos en las competencias analizadas.

Por otro lado, Albarracín y Hernández-Sabaté (2020) proponen una técnica basada en el seguimiento de la mirada de los alumnos (*eye-tracker*) durante partidas en videojuegos de estrategia como una herramienta de análisis para identificar procesos de resolución de problemas matemáticos. Los autores afirman ser capaces de identificar procesos entrelazados de Observación-Planificación-Toma de Decisiones donde utilizan explícitamente conceptos de contenido numérico, geométrico y de relación funcional entre variables. El videojuego usado en este estudio fue *Vector Tower Defense 2* (Scott, 2007), y entre las variables analizadas destacan los datos leídos en pantalla, la toma de decisiones en momentos de riesgo y los procesos de anticipación a sucesos.

Por último, Tobar-Muñoz, Fabregat y Baldiris (2015) aplicaron un videojuego educativo basado en la tecnología de Realidad Aumentada con marcadores físicos para un proceso de aprendizaje transversal en alumnos de diferentes edades con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo. El videojuego es de elaboración propia de los autores y se titula *Gremlings in my Mirror*. Basándose en los resultados y la retroalimentación aportada por el personal docente, los autores afirman que los videojuegos de Realidad Aumentada y el aprendizaje basado en juegos digitales permiten la integración de niños con necesidades especiales en el proceso formativo.

4.1.2 RESULTADOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

Como se mencionó anteriormente, las propuestas didácticas que hacen uso de videojuegos en la asignatura de Matemáticas son escasas en la Educación Secundaria y bachillerato en comparación con Educación Primaria. Los 7 trabajos analizados a continuación representan apenas un tercio del total de los seleccionados para esta revisión teórica. A grandes rasgos, se pueden dividir en tres categorías. En una primera categoría estarán aquellos trabajos que usen videojuegos de estrategia como herramienta docente. En otra categoría estarán aquellos trabajos que no utilicen videojuegos directamente, si no su proceso de programación y fabricación como elemento docente que trabaje competencias matemáticas. Estas dos categorías abarcan 6 de los 7 trabajos, quedando para el final una propuesta transversal, tanto en contenidos como alumnos a los que está dirigida.

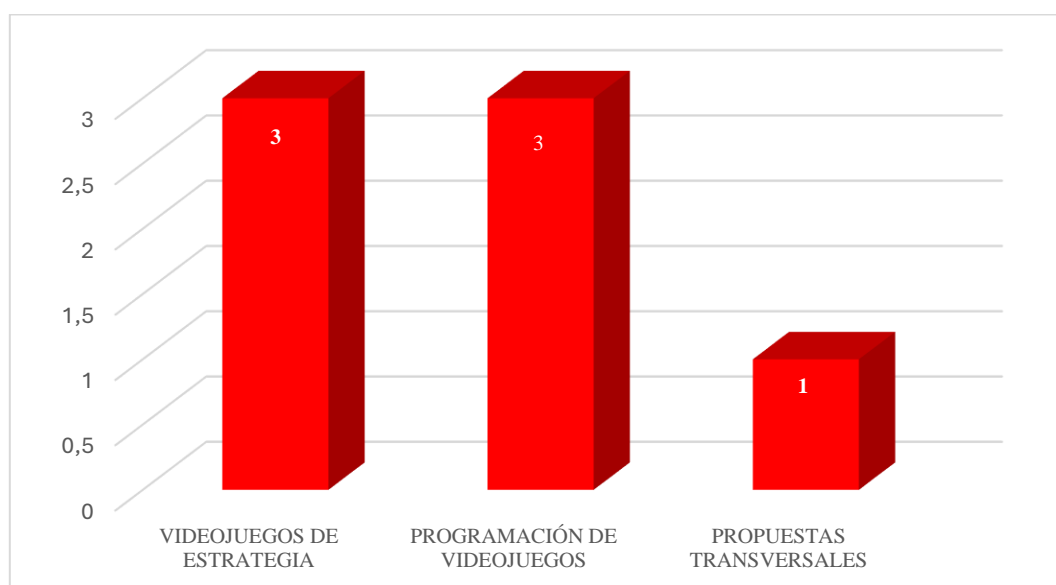


Figura 4: Distribución de los trabajos seleccionados en Educación Secundaria según su propuesta didáctica. Fuente: elaboración propia.

Ferrando, Castillo y Pla (2017) proponen el uso del videojuego *Bloons Tower Defense 5* (Ninja Kiwi, 2011) en sesiones dirigidas a alumnos de 4º de ESO. Se trata de un videojuego del género de defensa de torres y es un juego de estrategia en el que el jugador debe defender un territorio utilizando construcciones defensivas que disparan fuego a los enemigos de forma autónoma. Los autores argumentan que los videojuegos poseen una serie de ventajas, como la interacción del usuario con la interfaz y la claridad de los resultados como consecuencia de las decisiones tomadas, que los sitúan como una herramienta de gran utilidad a la hora de introducir conceptos de la modelización matemática por primera vez a los alumnos.

Las sesiones estuvieron organizadas en distintas fases que se repetían de manera cíclica según los alumnos avanzaban en el juego. La primera fase constaba solo de un periodo de observación y juego libre en el que familiarizarse con las mecánicas del juego. Una vez superada esta fase empieza la modelización matemática: los alumnos deben identificar los objetivos del juego, las limitaciones y dificultades que plantea y las variables influyentes en el resultado. A partir de esto, se construye un primer modelo de la situación que es inmediatamente probado. Una vez se halla una idea de modelo razonable, se procede a formalizar y esquematizar las decisiones tomadas mediante un sistema de notación que ha de ser lo más simple posible, pero sin dejar lugar a ambigüedades. Con este modelo se vuelve a la etapa de prueba y se refinan los errores, fallos de cálculo y variables que no se habían incluido. Las discusiones generadas en estos procesos tienen lugar primero en grupos reducidos para fomentar el aprendizaje colaborativo y posteriormente se ponen en común con todo el grupo. Al final de cada bloque se realiza una ficha de actividades para que los alumnos expresen sus rutas de pensamiento y muestren sus razonamientos.

Similarmente, Albarracín et al. (2019) utilizan el videojuego *Vector Tower Defense 2* (Scott, 2007) en un grupo de alumnos de 3º de ESO. De nuevo, el videojuego empleado es del género de defensa de torre cuyo funcionamiento básico ya ha sido descrito. Albarracín se centra en este caso en las cuestiones estratégicas del juego, ya que argumenta que para jugar de manera óptima a este tipo de juegos los usuarios han de hacer gala de una gran capacidad de análisis matemático de la información intra-juego, que incluyen la optimización de recursos, el posicionamiento geométrico y la toma de decisiones para resolver multitud de problemas que aparecen durante la partida de manera simultánea.

Las sesiones se desarrollaron de manera análoga al trabajo de Ferrando, Castillo y Pla (2017), organizándose en fases de juego libre introductorio, proceso de matematización guiado por el docente y experimentación para desarrollar y validar estrategias de juego ganadoras. De especial interés es la discusión que se produce entre el grupo y los docentes al final de cada sesión, donde se comenta el progreso de los alumnos en el juego y sus dificultades. En estos intercambios se aprecia que los alumnos ha interiorizado la importancia del análisis matemático basado en un lenguaje formal y abstracto y la experimentación como elementos claves dentro de la mejora de su rendimiento en el videojuego.

Lorenzo (2018) adopta un enfoque distinto, en el que usa dos juegos tradicionales de estrategia por turnos y compara su uso en el aula de matemáticas en su versión física y una versión digital de elaboración propia en alumnos de 1º y 3º de ESO. Los juegos elegidos fueron juegos tradicionales como *Atrapa la Rana* y *Margarita*. En ambos juegos existe una estrategia ganadora, bien para el primer jugador o para el segundo. Sin embargo, la totalidad de los alumnos desconocen este hecho antes del estudio. La idea principal es fomentar el aprendizaje por descubrimiento por parte de los alumnos, de manera que de forma intuitiva vayan adaptándose a las victorias y derrotas y relacionándolas con las decisiones tomadas en cada caso. Si bien existe un razonamiento lógico-matemático inapelable detrás de las estrategias ganadoras en cada caso, no es razonable esperar que la mayoría de alumnos sean capaces de desarrollarlo de manera formal sin ayuda externa. El interés estará en estudiar como evolucionan en su habilidad para jugar a estos juegos y como son capaces de argumentar las decisiones que toman a lo largo de una partida.

El estudio, sin embargo, no encontró diferencias significativas entre los formatos físico y digital de ambos juegos. Por otra parte, se observó una mayor coherencia entre los resultados obtenidos en los juegos y la explicación de las estrategias desarrolladas en los alumnos de 3º de ESO que en los alumnos de 1º, por lo que la autora deduce que las habilidades involucradas aumentan con la edad.

Nos centramos ahora en los trabajos concernientes a la programación de videojuegos y el pensamiento computacional como método para desarrollar competencias matemáticas.

El primer ejemplo de estas investigaciones son las aportaciones de Molina, Adamuz y Bracho (2020). En su artículo, los autores proponen el uso de *Scratch* (Resnick, 2012) como entorno de programación por bloques accesible para alumnos de 1º de ESO sin experiencia previa en programación y afirman que el pensamiento computacional se puede describir como una actividad mental relevante para formular un problema en términos algorítmicos y que es una herramienta fundamental para desarrollar la competencia en resolución de problemas. La metodología empleada está basada en la heurística tradicional del Polya e incluye un pretest y un postest para el análisis de los resultados.

La intervención educativa consta de dos fases: una primera fase en la que los alumnos deben reflexionar sobre los efectos hipotéticos de un código antes de ejecutarlo, ver cómo se ejecuta y si cumple o no el objetivo para el que se diseñó y, en caso negativo, corregir dicho código. En la segunda fase los alumnos completan con ayuda de los docentes la programación de un videojuego de pregunta-respuesta sobre la asignatura de Matemáticas. Los resultados del postest muestran que el 72,6% de los alumnos presentan una mejoría en áreas como la comprensión del enunciado de un problema, la elaboración de un plan, la ejecución del plan y la comprobación del resultado.

En esta misma línea, Pajares, Lucas y Antón (2020) optan también por *Scratch* como medio vehicular para su propuesta didáctica, en este caso dirigida al alumnado de 4º de ESO, en la que defienden que la programación matemática permite el aprendizaje de conceptos matemáticos a la vez que integran conceptos de computación que les permiten implementar de manera sistemática estrategias para solucionar problemas, diseñar proyectos y comunicar ideas. Los autores desarrollan en su trabajo un proceso de investigación con grupo experimental y grupo de control para posteriormente realizar un análisis inferencial para determinar si las diferentes metodologías producen resultados significativamente distintos. El tratamiento aplicado al grupo experimental consistió en la realización de actividades formativas basadas en conceptos matemáticos y el diseño y creación de videojuegos de creciente complejidad. Los resultados del tratamiento estadístico de los datos permiten a los autores afirmar que esta metodología ha tenido un impacto positivo en las variables que representan el razonamiento lógico-matemático del alumnado.

Vázquez-Cano y Delgado (2015) usan, de nuevo, *Scratch*, para desarrollar una serie de habilidades entre el alumnado de 1º de Bachillerato. Cabe destacar que este artículo representa el único ejemplo encontrado en esta revisión enfocado a alumnos de educación post-obligatoria. Entre las habilidades que se pueden trabajar con *Scratch* destacan la capacidad de análisis y síntesis, la conceptualización, el manejo de grandes cantidades de información, el pensamiento crítico y la metacognición. Su propuesta se estructura en tres fases. En la primera fase se introduce el software mediante videos explicativos y se diseña la narrativa del videojuego que se va a programar, en la segunda fase se les proporciona a los alumnos una serie de desafíos a modo de iniciación a la programación en *Scratch* y se distribuyen los roles de cada alumno y en la tercera fase se crea el videojuego, que posteriormente será evaluado tanto por los mismos alumnos como por el docente.

Por último, se puede mencionar el proyecto de Colmenares et al. (2015), en el que se diseñó un videojuego de preguntas y respuestas basado en la situación planteada por la película *La habitación de Fermat* (Piedrahita, 2007). En esta película cuatro matemáticos que no se conocen entre sí son invitados por un misterioso anfitrión con el pretexto de resolver un gran enigma. Pronto descubren que se encuentran en una sala que empieza a menguar y que su única oportunidad de supervivencia pasa por resolver los retos matemáticos que su anfitrión les plantea sucesivamente. Este proyecto tiene un carácter claramente interdisciplinar y transversal, ya que involucra a alumnado de todos los cursos desde 1º de ESO hasta 2º de Bachillerato y trabaja todo tipo de competencias, no solamente matemáticas. Este trabajo constituye un ejemplo de aprendizaje basado en proyectos y del uso de no solo videojuegos, sino también series y películas en la didáctica de las matemáticas.

4.2 DISCUSIÓN

Una vez hemos realizado una descripción somera de los trabajos seleccionados para nuestra revisión teórica, pasamos a la presente sección en la que ofreceremos una valoración de tendencias observadas y los posibles motivos que las explican. Antes de comenzar con la discusión, se incluye a continuación una gráfica que indica como se distribuyen las fechas de publicación de los artículos seleccionados. Como se puede observar en la Figura 2, el número de artículos que tratan el tema de esta revisión ha aumentado en los últimos años, por lo que es posible afirmar que esta el interés en esta línea de investigación está en aumento.

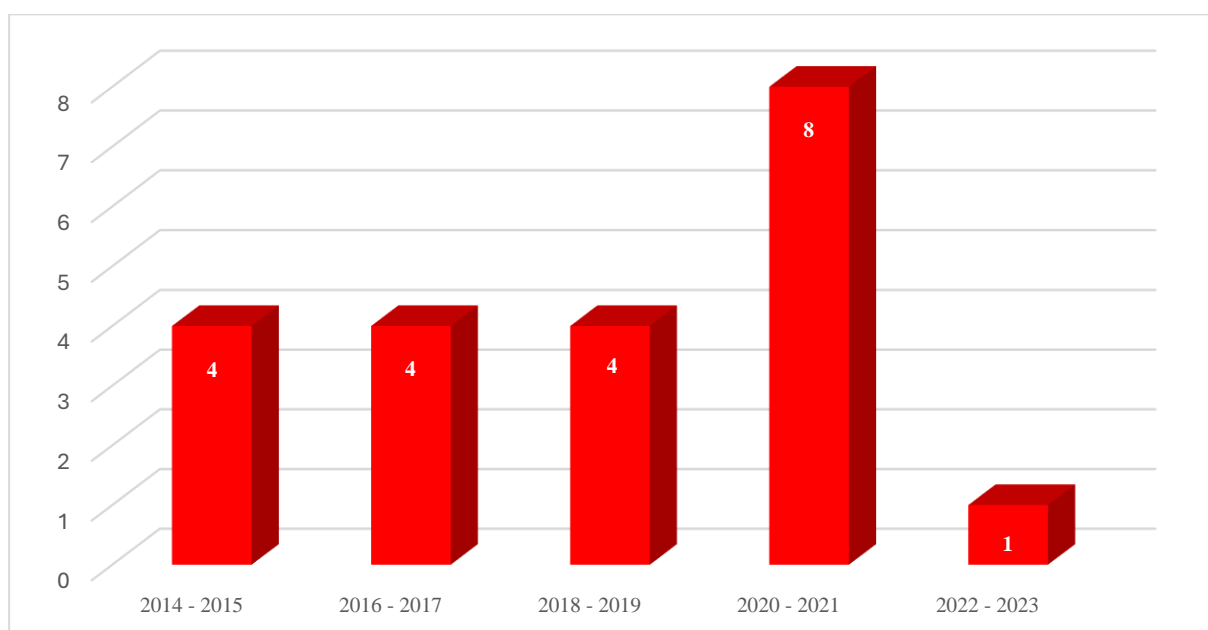


Figura 5: Distribución temporal en distintos intervalos de años de los artículos seleccionados para la revisión teórica. Fuente: elaboración propia.

4.2.1 DIFERENCIAS POR ETAPA EDUCATIVA

Como se ha mencionado ya en este trabajo, los frutos de la revisión teórica muestran un desequilibrio evidente entre el número de trabajos dirigidos a alumnos de Educación Primaria y trabajos dirigidos a Educación Secundaria o postobligatoria, siendo los primeros el doble que los segundos. En esta sección indagaremos sobre las causas de esta llamativa división.

El primer posible motivo de esta desigualdad podemos encontrarla en el currículo de la asignatura de Matemáticas. Según se avanza a cursos superiores, los contenidos matemáticos se hacen cada vez más complejos, abstractos y especializados. Esta progresión hacia matemáticas superiores hace que cada vez sea más complicado integrar de manera orgánica los contenidos de la asignatura en un videojuego. Es evidente que, por ejemplo, las operaciones con números enteros son más sencillas de encajar en una narrativa lúdica que el cálculo de derivadas. Las ventajas del uso de videojuegos son máximas cuando se integran de manera global sus mecánicas y no se limitan a presentar elementos gamificados de manera aislada (Groening y Binnewies, 2019). De hecho, se puede observar en la revisión realizada sobre experiencias en Educación Secundaria que ninguno de los trabajos analizados se focaliza sobre

un elemento curricular concreto, sino que tratan competencias matemáticas de carácter general. Por el contrario, los artículos estudiados en Educación Primaria o bien trabajan un aspecto curricular concreto, como puede ser la geometría de figuras planas, o bien tienen un planteamiento transversal, cruzando contenidos de diversas asignaturas. En ambos casos, estos contenidos son más fácilmente adaptables a un proceso de gamificación: en el primer caso debido a su sencillez relativa en comparación con temarios de cursos superiores y en el segundo caso debido a que si se usa un videojuego comercial, el aprendizaje derivado del mismo será necesariamente transversal.

En esta misma línea, se observa la ausencia casi completa de trabajos en la etapa de Bachillerato. Solo uno de los 21 artículos analizados trabaja en 1º de Bachillerato y ninguno estudia alumnado de 2º de Bachillerato. Parte de la justificación de este hecho se puede atribuir, como se explicó anteriormente, a la creciente abstracción del conocimiento matemático, pero es necesario también reconocer la influencia que ejercen sobre estos cursos las pruebas de acceso al sistema universitario español. La presencia al final del Bachillerato de la EBAU (o cualquiera de sus versiones anteriores) y la necesidad de los alumnos de obtener las mejores calificaciones posibles para acceder a su grado universitario de preferencia provoca que tanto alumnos como docentes sean reacios a adoptar cualquier metodología que no garantice unos resultados mínimos. En este sentido, Oliva y Gil (2018) observan una inhibición por parte del profesorado a la hora de aplicar metodologías innovadoras en las asignaturas de ciencias en 2º de Bachillerato. Y antes que ellos, Arroyo (2014) apuntaba que la mera existencia de un examen tan relevante para el futuro inmediato de los alumnos pervierte la totalidad de la etapa educativa, convirtiéndola en una carrera contrarreloj en busca del mayor rendimiento posible.

Si, en cambio, hablamos de alumnos de Educación Primaria, es importante no subestimar la importancia del juego como elemento impulsor del desarrollo cognitivo. Piaget (1950), padre de la corriente constructivista del conocimiento, divide el desarrollo cognitivo en cuatro etapas: la etapa sensomotriz (desde el nacimiento hasta los dos años), la etapa preoperativa (de los dos a los seis años), la etapa operativa o concreta (de los seis o siete años hasta los once) y la etapa del pensamiento operativo formal (desde los doce años aproximadamente en lo sucesivo). Piaget argumenta entonces que la práctica de juegos involucra todas las habilidades y destrezas adquiridas hasta ese momento y las pone en común con un grupo de iguales de los que puede

aprender. Peñaranda, Prada y Gamboa (2019) se basan en el trabajo previo de Piaget, aplicándolo en concreto a la didáctica de las matemáticas. Los autores defienden que el juego es un elemento que puede ayudar a contextualizar los conceptos matemáticos y facilitar su comprensión. Otro aspecto positivo que aportan los juegos es la creatividad de la que se hace gala en los procesos lúdicos, habilidad de gran utilidad a la hora de enfrentarse a un reto matemático. Si los beneficios del juego como elemento didáctico están relacionados con el desarrollo cognitivo de los alumnos, cabe esperar que si se trabaja con alumnos con una mayor madurez el margen de mejora en este sentido sea menor. En otras palabras, la estrategia óptima para maximizar los beneficios de los juegos en los alumnos es aplicar estas metodologías en edades tempranas.

4.2.2 DIFERENCIAS POR TIPO DE VIDEOJUEGO EMPLEADO

En esta sección estableceremos una clasificación de los artículos seleccionados en función de las características del videojuego empleado por los autores para su intervención educativa. En concreto, esta clasificación tendrá tres posibles vías: videojuegos comerciales, videojuegos educativos y programación de un videojuego.

Globalmente, de los 21 artículos seleccionados, 8 trabajan con videojuegos comerciales, 8 con videojuegos educativos y 6 trabajan la programación de un videojuego. Nótese que la suma total son 22 artículos, ya que uno de los trabajos establece un estudio comparativo entre videojuegos comerciales y educativos y ha sido incluido en ambas categorías. Si agrupamos estos resultados por etapa educativa, nos encontramos con 6 trabajos con videojuegos comerciales, 7 con videojuegos educativos y 2 de programación en Educación Primaria. En Educación Secundaria la distribución es de 2 trabajos basados en videojuegos comerciales, 1 basado en videojuegos educativos y 4 basados en la programación de un videojuego.

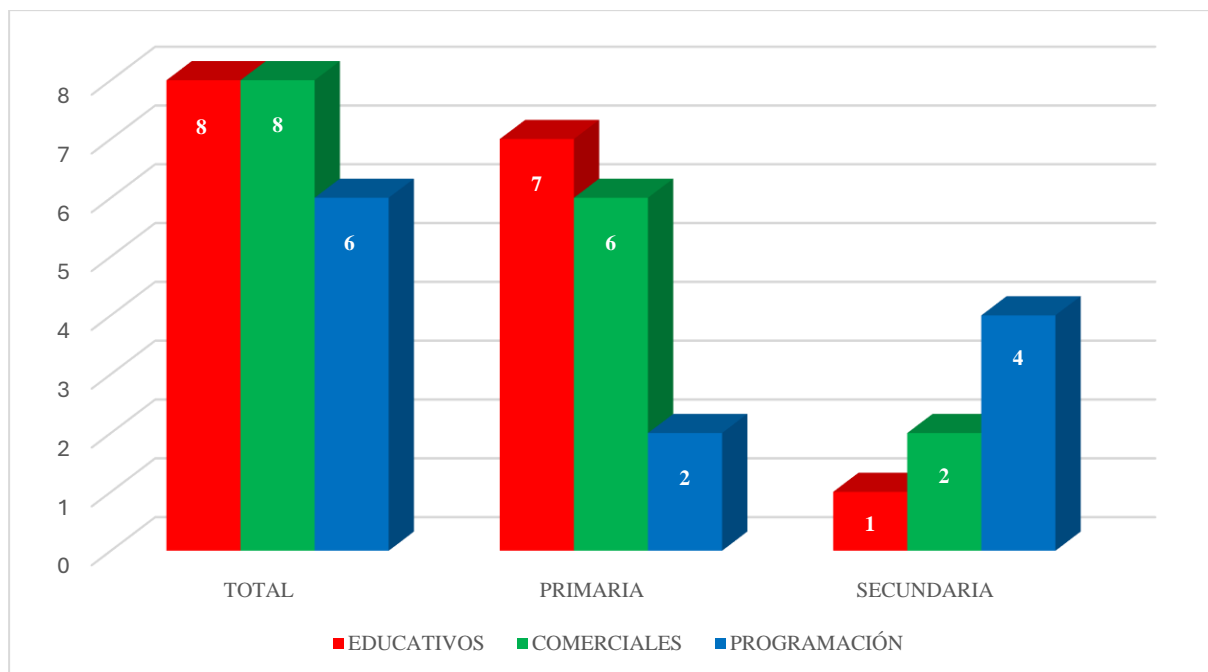


Figura 6: Distribución de los artículos según el tipo de videojuego empleado en las distintas etapas educativas. Fuente: elaboración propia.

Ante esta información, es natural preguntarse qué tipo de videojuego es más adecuado para su uso didáctico en la asignatura de Matemáticas. Para ello, conviene comenzar exponiendo los argumentos a favor del uso de videojuegos comerciales. El alumnado actual busca obtener aprendizajes significativos; lo que aprende y estudia espera que guarde relación directa con su vida cotidiana para ser los propios protagonistas de su proceso de aprendizaje tomando decisiones al respecto (Prensky, 2015). Dado que los videojuegos ocupan un porcentaje muy significativo del tiempo de ocio de los jóvenes, pocos recursos apelan a su vida cotidiana con tanta eficacia como este tipo de videojuegos. Las matemáticas son a menudo consideradas por el alumnado como una materia de escaso interés, y los videojuegos tienen la capacidad de transformar aprendizajes tediosos en interesantes, despertando la curiosidad de los alumnos (Vázquez y Manassero, 2017). Trabajos como el de Masip, Fernández y Bosco (2017) apoyan estas ideas, señalando una mayor motivación por el aprendizaje y unas interacciones entre alumnos de mayor interés didáctico cuando se usa un videojuego comercial. Por otra parte, Albarracín y Hernández-Sabaté (2020) apuntan que, a menudo, los videojuegos diseñados y desarrollados para el aprendizaje simplifican o desnaturalizan el proceso habitual de juego que proponen los videojuegos comerciales, con lo que se difuminan algunos aspectos clave como la motivación de los alumnos o la complejidad de la actividad de juego.

Un número relevante de autores (del Moral, 2018; Soto et al., 2019; Bohórquez, 2022) optan, por otra parte, por el uso de videojuegos educativos en vez de comerciales. Esta decisión puede estar relacionada con las limitaciones que presentan los videojuegos comerciales en sus aplicaciones docentes. El principal objetivo de un videojuego comercial es el entretenimiento y no posee ninguna intención educativa intrínseca. Es por ello por lo que en la gran mayoría de los casos los objetivos de los videojuegos comerciales no están alineados con los objetivos curriculares de la asignatura de Matemáticas. La responsabilidad de adaptar el uso de este tipo de videojuegos a una experiencia positiva desde el punto de vista del aprendizaje recae entonces sobre el equipo docente. Esta adaptación no es una tarea trivial, sino que requiere una gran cantidad de trabajo, planificación y recursos para ser eficaz. Es necesario recordar que en un proceso de gamificación el objetivo es jugar para aprender, no jugar por jugar (Vázquez y Manassero, 2017). Si esta adaptación no se realiza de manera adecuada se corre el riesgo de que los alumnos vean solo la parte lúdica de la actividad o que pierdan de vista el objetivo de la misma, como ocurre con el trabajo de Ferrando, Castillo y Pla (2017). Por otra parte, la adaptación necesaria y la carga extra de trabajo docente limitan severamente la cantidad de videojuegos comerciales aptos para su uso didáctico, además de que no todos los centros disponen de los recursos necesarios para garantizar a todos sus alumnos el acceso a las herramientas necesarias para esta experiencia.

El uso de videojuegos educativos presenta una mayor facilidad de uso, ya que la adaptación necesaria es prácticamente inexistente y pueden trabajar directamente el contenido matemático sin interferencias. Este tipo de videojuegos tienden a la especialización, esto es, a tratar una serie limitada de contenidos de manera intensiva. Un ejemplo de este suceso lo encontramos en el trabajo de del Moral, Guzmán y Fernández (2018), en el que a pesar de tratarse de un enfoque didáctico transversal que incluye contenidos de varias asignaturas, cada uno de estos contenidos se trabaja de manera independiente mediante una serie de videojuegos educativos diseñados específicamente con esos contenidos en mente. De hecho, algunos autores como Bohórquez (2022) optan por el diseño de su propio videojuego educativo, enfocado de manera inequívoca a los contenidos que se quieren trabajar. Si bien los videojuegos educativos no generan de tanta motivación como los videojuegos comerciales, estos siguen siendo un paso en la dirección correcta frente a metodologías clásicas, como se puede ver en la intervención de Hijón (2023).

En este sentido, existen autores que exploran una tercera vía: la programación de videojuegos mediante entornos de programación accesibles como forma de desarrollar competencias matemáticas. Los entornos de programación empleados en los artículos seleccionados son *Scratch*, *Blockly* y *Gdevelop*, siendo el primero el que mayor presencia tiene. Los videojuegos generados de esta forma son en su totalidad videojuegos educativos. Es llamativo observar que la mayoría de autores que eligen este camino optan por trabajar con alumnado de Educación Secundaria. De los 6 trabajos de este tipo analizados 4 corresponden a Secundaria y solo 2 a Primaria. Las causas de este reparto parecen evidentes. Si bien Vázquez-Cano y Delgado (2015) abogan por introducir a edades más tempranas los conceptos básicos de la programación, los autores que aplican esta metodología en Primaria, como Cruz-García et al. (2021), señalan que para que la experiencia sea efectiva se debe recurrir de manera frecuente a metáforas y analogías, así como simplificar enormemente los conceptos propios de la programación. Se concluye entonces que esta metodología es más apropiada para alumnos de edades más avanzadas, con quienes se pueda tratar estos contenidos con mayor profundidad. Un posible aspecto negativo de esta forma de trabajar es que en ninguno de los artículos estudiados se trabaja ningún contenido matemático concreto, sino que se limitan a desarrollar competencias como la resolución de problemas o el pensamiento computacional. Si bien estas son habilidades importantes dentro de las capacidades de un alumno, en muchos casos no es viable dejar de lado los contenidos curriculares para realizar este tipo de actividades.

4.2.3 DIFERENCIAS POR CONTENIDO MATEMÁTICO TRABAJADO

En esta sección discutiremos los contenidos matemáticos trabajados más prevalentes en los artículos seleccionados para la revisión teórica. Es evidente que la etapa educativa en la que se sitúe el estudio es un factor relevante a la hora de decidir en qué contenidos basar la experiencia didáctica. No obstante, el currículo de matemáticas a lo largo de toda la educación obligatoria y el Bachillerato está inspirado en la idea de currículo en espiral propuesta por Bruner (1960), y a lo largo de los sucesivos cursos por los que pasa un alumno, este vuelve a ver una y otra vez temas similares, cada vez con mayor profundidad. Es por este motivo que nos referiremos a los contenidos matemáticos en términos generales y no especificando los conceptos concretos que forman parte del temario de un curso concreto.

De esta forma, se busca analizar qué contenidos matemáticos son más susceptibles de ser tratados mediante el uso de videojuegos, con independencia del nivel al que se traten estos contenidos.

Se observa que los contenidos más comunes, especialmente en estudios sobre alumnado de Primaria, son por una parte la geometría y la medida y, por otra parte, el cálculo mental. En cuanto a los contenidos de geometría y medida, es sencillo deducir que su carácter inusualmente visual dentro de las matemáticas las convierte en el candidato ideal para tratarlas mediante un videojuego. Ejemplos de la enseñanza de la geometría y la medida mediante el uso de videojuegos podrían ser los trabajos de Albarracín, Hernández-Sabaté y Solà (2019) y de Soto, Luengo y Casas (2019). Sin embargo, el trabajo de Lorenzo (2018) en el que no se encontraron diferencias significativas entre el uso de versiones físicas y digitales de los mismos juegos plantea la pregunta de si la estrategia óptima en estos casos es trabajar con videojuegos, con materiales manipulativos o con una combinación de ambas opciones. En Secundaria no se encontró ningún artículo que trabajase de manera específica la geometría, si bien alguno de los videojuegos utilizados como *Vector Tower Defense 2* posee una componente geométrica sobre la cuestión de cómo colocar los recursos en un plano de manera más eficiente. Es también cierto que el temario de geometría de Secundaria exige manejar expresiones algebraicas para las rectas, planos y demás elementos que tienen difícil encaje dentro de un videojuego.

En cuanto al cálculo mental, los trabajos se basan casi exclusivamente en videojuegos educativos dirigidos a alumnado de Primaria. Si bien existen excepciones con videojuegos comerciales como los trabajos de Masip, Fernández y Bosco (2017) con *Hearthstone* y de Marín y Sampedro (2015) con *Lemmings*, resulta mucho más sencillo adoptar un enfoque de gamificación al cálculo de operaciones imitando las mecánicas de un videojuego que resaltar los cálculos mentales que se hacen en cualquier videojuego comercial. El cálculo mental no es un contenido que se trate explícitamente en los trabajos ambientados en Secundaria, ya que a los alumnos en esta etapa se les presupone cierta soltura con las operaciones básicas, independientemente de la situación real de su aprendizaje en la práctica. Es evidente que en cualquier juego de estrategia se dan situaciones en las que sea necesario contar con agilidad de cálculo, pero no es un contenido con mayor recorrido una vez superada la Educación Primaria.

En Educación Secundaria es complicado encontrar ejemplos de propuestas didácticas que usen videojuegos, ya sean comerciales o educativos, que trabajen un contenido concreto de forma intensiva. Los artículos analizados se centran en competencias como la resolución de problemas, la modelización matemática, el diseño de estrategias y el pensamiento computacional, como por ejemplo los trabajos de Ferrando, Castillo y Pla (2017) y de Albarracín et al. (2019). Si bien todas las mencionadas anteriormente son habilidades de gran valor para el desarrollo de las capacidades matemáticas, se echan en falta propuestas basadas en contenidos más tangibles. Esto adquiere mayor relevancia según nos acercamos al final de la etapa educativa y al Bachillerato, donde el nivel de exigencia en términos de calificaciones provoca que si la actividad planeada no tiene aparejada un aumento del rendimiento académico medible, esta pueda verse como una mala gestión del tiempo de estudio que puede acarrear consecuencias negativas para el estudiante a corto plazo. Por otra parte, existe una clara tendencia entre los artículos seleccionados para Secundaria a centrarse en el desarrollo de un videojuego, como puede verse en el artículo de Molina, Adamuz y Bracho (2020). De nuevo, esto no genera una recompensa inmediata para los estudiantes y es probable que muchos de ellos no sean capaces de establecer un vínculo claro entre la actividad y las clases de Matemáticas.

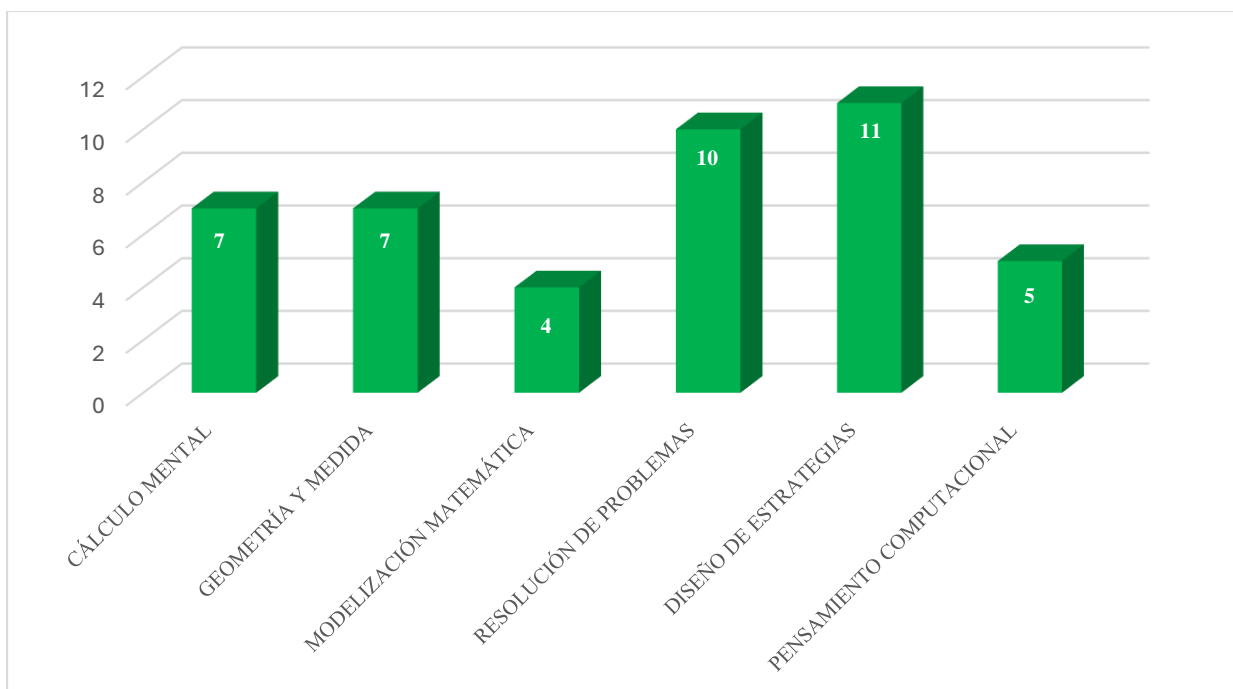


Figura 7: Contenidos matemáticos trabajados y competencias matemáticas desarrolladas en los artículos seleccionados. Fuente: elaboración propia.

4.2.4 DIFERENCIAS POR EL ANÁLISIS DE RESULTADOS REALIZADO

En esta sección se discutirá sobre los métodos que han empleado los autores de los artículos seleccionados para analizar los resultados obtenidos en sus investigaciones. Principalmente distinguiremos entre las metodologías cuantitativas, cualitativas y mixtas, esto es, que incluyen tanto una componente cuantitativa como cualitativa. Cabe destacar que un número reseñable de los artículos seleccionados (7 del total de 21) no mostraban ningún tipo de análisis de los datos obtenidos durante la experiencia didáctica, lo cual supone una deficiencia que habría que corregir en futuras investigaciones. De los 14 artículos restantes, la forma mayoritaria de análisis fue la variante cualitativa, resultando que 11 artículos adoptan esta metodología. La metodología cuantitativa fue adoptada por 7 artículos, mientras que 4 de los artículos presentan algún tipo de recogida de datos tanto cuantitativa como cualitativa.

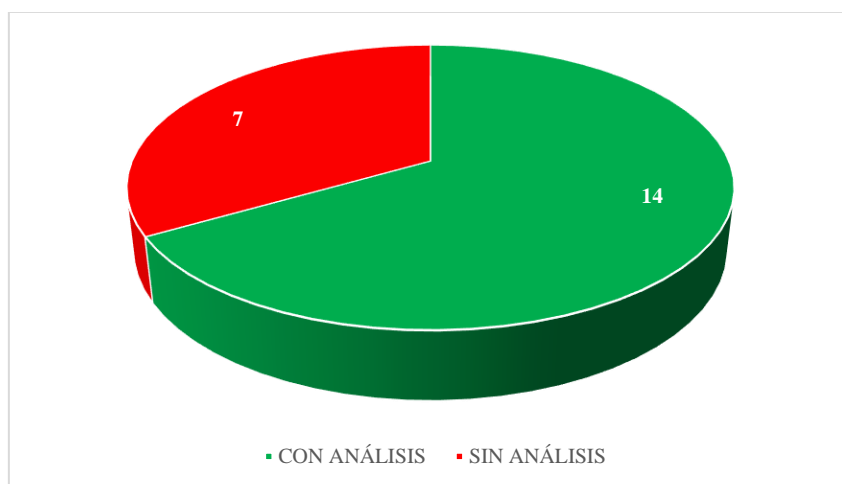


Figura 8: Clasificación de los artículos seleccionados en función de si los autores proporcionan algún tipo de análisis de los resultados obtenidos. Fuente: elaboración propia.

El análisis cualitativo es quizás más sencillo a priori de realizar, ya que se puede estructurar en forma de cuestionario para dar respuesta a cualquier tipo de pregunta. Las dificultades con este tipo de análisis surgen a la hora de plantear correctamente las preguntas y el tipo de respuesta que esperamos. Un conjunto de preguntas mal planteadas o directamente capciosas puede dar lugar a interpretaciones incorrectas de la experiencia de los alumnos. Por otra parte, el investigador debe decidir si quiere recibir respuestas abiertas o cerradas. Las respuestas abiertas reflejan más fielmente la experiencia real e individual de cada alumno, sacrificando en el proceso la posibilidad de clasificación o cuantificación de estas. Por otra parte, si las preguntas

tienen una respuesta cerrada, es necesario escoger cuidadosamente las opciones que se le dan al entrevistado, intentando cubrir todos los casos esperados de manera equitativa. Un aspecto negativo de este tipo de análisis es que introduce un grado de subjetividad en las respuestas. Por ejemplo, si las opciones a una pregunta del tipo “¿Cómo calificarías tu aprendizaje durante este taller?” son “Muy bueno”, “Bueno”, “Regular”, “Malo” y “Muy malo” es difícil saber que distinción hace o qué nivel de exigencia impone cada alumno en particular, y podríamos tener a dos alumnos con experiencias similares que ofrecen respuestas diferentes. Esto también va en detrimento de la precisión de los datos recogidos en este tipo de análisis. Un ejemplo de este tipo de análisis, denominado escala Likert, y también de sus limitaciones se encuentra en el trabajo de del Moral, Guzmán y Fernández (2018).

El análisis cuantitativo es una alternativa más costosa pero también más precisa al análisis cualitativo. En este tipo de análisis se miden unas variables que se pueden cuantificar, esto es, es posible asignarles un valor numérico a partir del cual generar nuestro análisis. Sin embargo, no siempre es posible o razonable asignar valores numéricos a ciertas variables. En el caso que nos ocupa, es realmente complicado cuantificar el progreso en el proceso de aprendizaje de los alumnos. Algunos autores optan por cuantificar este proceso mediante la realización de test antes y después de la intervención, de manera análoga a un examen, como es el caso de Cruz et al. (2021). La mayoría de autores elige cuantificar de alguna manera sus variables cualitativas. Siguiendo con el ejemplo anterior, podemos asignar un valor numérico a las respuestas, de manera que a “Muy malo” le corresponde un 1, a “Malo” un 2 y así sucesivamente. Estos autores estarían adoptando entonces una metodología mixta. Esto presenta la limitación de que el rango de valores disponible para la muestra es muy limitado y puede no ser representativo de su respuesta real. La técnica con mayor uso en el análisis cuantitativo es el contraste de hipótesis. Brevemente, esta técnica consiste en asumir como cierta una hipótesis y después preguntarse como de probable sería obtener una muestra de datos como la que tenemos si fuera cierta dicha hipótesis. Esta técnica tiene como principal desventaja que solo se puede usar para descartar hipótesis improbables, y nunca para probar algo de manera definitiva.

Otro problema con estos estudios es que requieren de un tamaño de muestra grande que sea posible dividir en grupo experimental y grupo de control, requisito que salvo trabajos como los de Lorenzo (2018) y de Soto (2021) no suelen cumplir la mayoría de trabajos. En resumen,

realizar un análisis cuantitativo riguroso requiere de unos recursos y unos conocimientos estadísticos para nada triviales, por lo que encontrar este tipo de estudios no es sencillo en un área de breve recorrido como la tratada en esta revisión teórica.

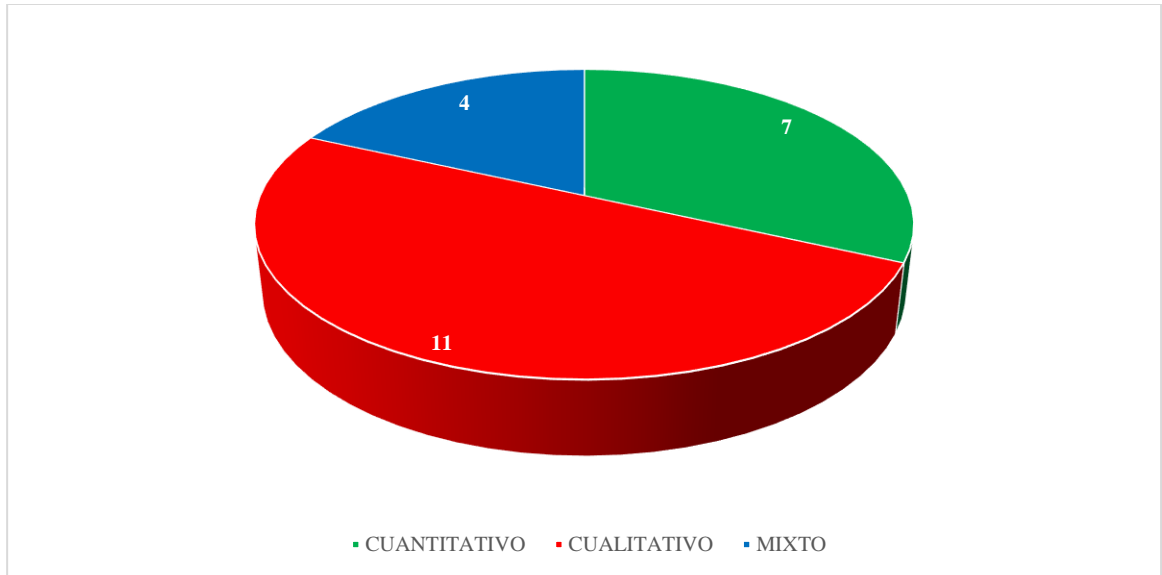


Figura 9: Distribución de los artículos seleccionados en función del tipo de análisis realizado sobre los resultados obtenidos. Fuente: elaboración propia.

Por último, se destaca que la mayoría de estudios realizan la recogida de datos sobre el alumnado. Esto parece una decisión obvia, pero es de interés que algunos estudios realicen también la recogida de datos entre el personal docente de los centros en los que llevan a cabo la intervención educativa, como se ve por ejemplo en la investigación de Soto (2021). Esta doble recogida de datos es una buena práctica que puede ayudar a detectar discrepancias entre las opiniones de alumnos y docentes, así como a reducir el impacto de la subjetividad de los propios alumnos.

5 CONCLUSIONES Y VALORACIÓN CRÍTICA

Llegados a esta parte final del trabajo, lo único que resta es hacer un breve resumen de las conclusiones obtenidas a lo largo de esta revisión teórica. Esta última sección estará dividida en tres apartados. En el primero de ellos se llevará a cabo una evaluación de los objetivos marcados para este trabajo, indicando si se han cumplido, no se han cumplido o se han cumplido solo parcialmente. En el segundo apartado, se realizará un comentario crítico sobre la revisión teórica, incidiendo en los problemas a los que se ha enfrentado y sus limitaciones. El trabajo finalizará entonces señalando posibles líneas de investigación que continúen el camino marcado por este documento.

5.1 EVALUACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Cuando se definió el Objetivo Principal de este trabajo, se decidió dividirlo en diferentes objetivos específicos que hicieran esta evaluación más manejable. Por ese motivo, antes de referirnos al OP, se hará una evaluación uno por uno de los objetivos específicos.

Podemos considerar que el OE1 se ha cumplido totalmente, dado que se le ha dedicado la sección 4.1 en su totalidad. Se ha observado una prevalencia muy significativa de los trabajos en Educación Primaria frente a los trabajos en Educación Secundaria que emplean videojuegos en la didáctica de las matemáticas. Asimismo, se ha observado que los autores prefieren mayoritariamente el uso de videojuegos educativos frente al uso de videojuegos comerciales. En Primaria este uso de videojuegos puede estar enfocado a contenidos curriculares concretos de la asignatura de Matemáticas o ser un esfuerzo multidisciplinar que involucre a más asignaturas, mientras que en Secundaria las investigaciones se centran en desarrollar competencias como la resolución de problemas, el diseño de estrategias o la modelización matemática.

En cuanto al OE2, también podemos considerarlo cumplido. Se ha observado una gran cantidad de propuestas didácticas que emplean videojuegos educativos, en muchas ocasiones siendo incluso de elaboración propia de los autores. Estos videojuegos educativos son muy diversos, cada uno diseñado de manera específica para trabajar ciertos contenidos de la asignatura de Matemáticas. Sin embargo, todos tienen en común que anteponen la adquisición de los contenidos matemáticos a los aspectos lúdicos, quedando estos relegados a una forma de captar

el interés de los alumnos. En cuanto a los videojuegos comerciales empleados, se observa que o bien se tratan de videojuegos en los que es posible trabajar de manera muy visual los contenidos de geometría y medida (casos de *Minecraft* o *Kula World*) o bien se tratan de videojuegos de estrategia en los que trabajar competencias transversales (caso por ejemplo de *Vector Tower Defense 2*). Sorprendentemente, se observa una tercera opción en esta metodología: la programación de videojuegos a partir de entornos accesibles como forma de trabajar competencias matemáticas. Este tipo de investigaciones son especialmente prevalentes en Secundaria y trabajan unas competencias similares a las trabajadas por videojuegos comerciales, si bien su encaje en las clases de Matemáticas es más complejo.

El OE3 se puede considerar, en líneas generales, cumplido. El hecho de que un número significativo de artículos consultados no presentaran sus resultados empíricos limitó el cumplimiento de este objetivo. Dentro de los análisis realizados, se observa que la metodología con mayor presencia fue del tipo cualitativo, principalmente en forma de cuestionarios y con una presencia habitual de las escalas de Likert. Dentro de las metodologías cuantitativas, la técnica más habitual es el contraste de hipótesis. Los ejemplos de metodologías mixtas observados tienden a realizar una escala Likert de algún tipo (análisis cuantitativo) y asignar un valor numérico a cada una de las respuestas para llevar a cabo un contraste de hipótesis (análisis cuantitativo). Tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo presentan limitaciones en esta área: para el enfoque cualitativo, la falta de precisión y posibles ambigüedades, y para el enfoque cuantitativo, la dificultad de cuantificar la mayoría de los aspectos relacionados con el proceso de aprendizaje de un alumno.

La gran mayoría de autores consultados destacan sus resultados positivos en el uso de videojuegos en el aula de matemáticas, o como mínimo, señalan su gran potencial como agente motivador del aprendizaje matemático. Por este motivo, podemos considerar el OE4 cumplido. Teniendo en cuenta la amplitud de cursos a los que están dirigidas las propuestas didácticas y la variedad de videojuegos empleados, es difícil englobar los beneficios de todas ellas de manera somera. El punto en común que señalan como principal beneficio estas investigaciones es un aumento muy importante en la motivación de los alumnos, así como un descubrimiento de su gusto por las matemáticas en estos nuevos contextos. Las propuestas basadas en el uso de videojuegos educativos enfocados en contenidos concretos observaron un aumento

significativo en la comprensión de los conceptos trabajados. Por otra parte, las propuestas que usan videojuegos comerciales vieron los mayores niveles de motivación del alumnado, a cambio de unas mayores dificultades para conjugar los aspectos didácticos y lúdicos de la experiencia.

Viendo cómo se han cumplido los cuatro objetivos específicos marcados al inicio de este trabajo, podemos afirmar con confianza que se ha cumplido el Objetivo Principal de este TFM dentro de los parámetros marcados por el mismo.

5.2 VALORACIÓN CRÍTICA Y LIMITACIONES

Aunque este trabajo haya cumplido con los objetivos marcados al inicio del proceso, eso no quiere decir que no se hayan encontrado dificultades en su elaboración ni que no existan limitaciones, en ocasiones severas, a su utilidad y alcance. Encontramos el primer obstáculo durante la fase preliminar de este trabajo, cuando todavía se estaban fijando los objetivos de este. En un primer momento, se planteó realizar este estudio limitado a los artículos referidos a Educación Secundaria y Bachillerato. Esto resultó ser una reducción demasiado severa, ya que unas primeras búsquedas en las bases de datos usadas mostraron que los resultados que encontraríamos serían a todas luces insuficientes para una revisión teórica rigurosa. Fue entonces cuando se decidió ampliar el espectro de búsqueda a la Educación Primaria y el presente documento empezó a tomar forma.

La segunda limitación a la que se enfrentó este trabajo está directamente relacionada con las bases de datos utilizadas. En esta investigación solo se pudieron analizar aquellos artículos de libre acceso, ya fuera mediante Dialnet o mediante Google Académico. Durante el proceso de selección del cuerpo de artículos se encontraron trabajos prometedores que no fueron incluidos en la versión final de este documento simplemente por carecer de acceso a los mismos de forma gratuita. También se tiene la certeza de que existe un número elevado de artículos que cumplen los criterios de inclusión de este trabajo pero que simplemente no aparecen en las bases de datos empleadas. Debido a estos motivos, no podemos afirmar que los artículos aquí mencionados formen una muestra representativa de la situación actual de esta metodología en España. Para poder llegar a esas cotas necesitaríamos de unos recursos con los que no se ha contado para este trabajo y que por tanto quedan fuera de su alcance. También se han descartado investigaciones

realizadas en otros países que no fueran España. Es evidente que una revisión de toda la bibliografía referente a este tema es un proyecto demasiado ambicioso para los objetivos de este trabajo, pero también implica que se han descartado investigaciones que podrían ser interesantes, aunque los sistemas educativos de otros países hagan difícil una comparación.

Lo que sí se le puede pedir a este trabajo es que sirva como primer paso para adentrarse dentro de esta metodología a los docentes interesados en aplicarla en el futuro. Si bien no puede considerarse como una guía completa para un tema indudablemente extenso y complejo, este trabajo aún toda la información que una persona interesada en este novedoso enfoque educativo puede encontrar de forma gratuita en dos de los repositorios más importantes. Así, mediante este trabajo, dejamos constancia de las posibilidades para construir un Marco Teórico que docentes en un futuro puedan tomar de referencia, por lo que podemos hablar de que este trabajo podría entenderse como una base para cualquier persona interesada en elaborar una programación didáctica basada en el empleo de videojuegos.

5.3 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de este trabajo se ha comprobado el enorme potencial que poseen las metodologías educativas basadas en el uso de videojuegos en la didáctica de las matemáticas. Sin embargo, este potencial es hoy en día solamente eso, un potencial sin aprovechar todavía. Estas metodologías se encuentran todavía en fases iniciales de desarrollo y están lejos de ser una disciplina establecida. Las líneas de investigación a futuro concernientes a este campo estarán por tanto encaminadas a sentar las bases de un uso más extendido del recurso didáctico que pueden constituir los videojuegos.

En primer lugar, existe una evidente carencia de investigación en este aspecto centrada en alumnado de Educación Secundaria. La primera línea de investigación futura sería intentar replicar las experiencias didácticas dirigidas a alumnos de Primaria con alumnos de Secundaria. Evidentemente, los contenidos curriculares tendrían que ser adaptados a un nivel mayor de exigencia. Esto puede suponer un reto con las propuestas que emplean videojuegos educativos, ya que como se discutió previamente, los contenidos cada vez más complejos y abstractos son más difíciles de incorporar a las mecánicas de juego. En ese sentido, las propuestas con videojuegos comerciales requieren una mayor investigación. Dado su mayor potencial

motivador, se puede argumentar que su utilidad como herramienta para el docente puede ser mayor que la de los videojuegos educativos, si bien requieren también de una mayor planificación docente.

Las investigaciones futuras en este campo también deberían enfocarse en tratar una mayor variedad de contenidos matemáticos. La gran parte de investigaciones se centran en contenidos muy concretos que se repiten en numerosos estudios y existen grandes partes del currículo con las que no se ha explorado la posibilidad de aplicar esta metodología.

En cuanto al análisis de los resultados, existe margen de mejora en este aspecto. Es probable que tanto los análisis cuantitativos como cualitativos sean insuficientes por sí mismos debido a las limitaciones inherentes a ambos métodos. Las investigaciones futuras podrían usar una metodología mixta que sea lo más extensiva y rigurosa posible. En este sentido, también es necesario ampliar de manera general el tamaño de la muestra de estudio para dotar de mayor significado estadístico a los resultados obtenidos. Es imprescindible de igual manera separar la muestra en grupo experimental y grupo de control para poder realizar un análisis preciso.

En conclusión, el uso de videojuegos en la didáctica de matemáticas es un proyecto todavía incipiente que acredita una mayor investigación en años venideros. Los resultados encontrados en esta revisión teórica son prometedores, pero todavía estamos lejos de poder extraer conclusiones firmes sobre su utilidad y sobre cómo aplicarla de manera óptima. Es por este motivo que una mayor investigación, más ambiciosa y con más recursos es necesaria si se quiere avanzar hacia una enseñanza de las matemáticas más completa.

6 REFERENCIAS

- Adachi, P. J., y Willoughby, T. (2013). More than just fun and games: The longitudinal relationships between strategic video games, self-reported problem solving skills, and academic grades. *Journal of youth and adolescence*, 47(2), 1041-1052.
- Albarracín, L., y Hernández-Sabaté, A. (2020). El potencial del eye-tracker como herramienta para estudiar el razonamiento matemático: Una experiencia usando videojuegos. *Investigación en Entornos Tecnológicos en Educación Matemática*, 1, 1-9.
- Albarracín, L., Chico, J., Simarro, C., y Valdés, L. (2019). Un taller de experimentación matemática usando un videojuego de estrategia. *Ensayos: revista de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Albacete*, 34(2), 85-99.
- Albarracín, L., Hernández-Sabaté, A., y Solà, N. G. (2019). Razonamiento tridimensional promovido por un videojuego. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 62-67.
- Armstrong, T. (2009). *Multiple Intelligences in the Classroom*. ASCD.
- Arroyo Ilera, F. (2014). Bachillerato y universidad: selectividad o disfunción. *Tarbiya: revista de investigación e innovación educativa*, 43(2), 147-164.
- ASCII Corporation (1992). *RPG Maker* [Software]. Kadokawa Games.
- Asociación Española de Videojuegos (2022). *La industria del videojuego en España en 2022*. https://www.aevi.org.es/web/wp-content/uploads/2023/05/AEVI_Anuario-2022-DIGITAL.pdf
- Bloons Tower Defense 5* (Versión para ordenador) [Videojuego]. (2011). Ninja Kiwi.
- Bohórquez, G. (2022). Diseño de un videojuego educativo como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades lógico matemáticas en estudiantes de primer ciclo escolar. *CITAS: Ciencia, innovación, tecnología, ambiente y sociedad*, 8(1). <https://doi.org/10.15332/24224529.7573>.
- Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Caravaca, G. (2021). *Desarrollo de un videojuego en Unity para el aprendizaje de matemáticas de tercero y cuarto curso de educación primaria* [Trabajo Fin de Grado, Universitat Politècnica de València]. Repositorio Institucional UPV.
- Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics. *Games and Culture*, 5(2), 177-198.

- Colmenares, J. M., Villagordo, M. F., López, M. A., Ortiz, F. J., del Pozo Delgado, P., y Sánchez, F. R. (2015). La habitación de Fermat: más que un juego... *Pensamiento Matemático*, 5(2), 7-18.
- Cruz, F. J. M. (Diciembre, 2020). Desarrollo de un videojuego como técnica de evaluación de contenidos matemáticos en alumnos de Educación Primaria. En Andrea P., Vladimir, F., Edison Javier R., y Alexander M. (Eds.) *Libro de Actas del 1.er Congreso Caribeño de Investigación Educativa* (pp. 617-622). Santo Domingo: Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU). <https://publicaciones.isfodosu.edu.do/index.php/publicacionesisfodosu/catalog/book/133>
- Cruz-García, I., Martín-García, J. A., Pérez-Marin, D., y Pizarro, C. (2021). Propuesta de didáctica de la Programación en Educación Primaria basada en la gamificación usando videojuegos educativos. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 22, e26130.
- del Moral, M., Guzmán, A., y Fernández, L. (2018). Game-based learning: Increasing the logical-mathematical, naturalistic, and linguistic learning levels of primary school students. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, 7(1), 31-39.
- Departamento de Educación de la Generalidad de Cataluña (1992). *Jcllic*. [Software] Departamento de Educación de la Generalidad de Cataluña.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. En MindTrek, *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). New York: ACM. <http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dickey, M. D. (2005). Engaging by Design: How Engagement Strategies in Popular Computer and Video Games. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 67-83.
- Ferrando, I., Castillo, J., y Pla, M. (2017). Videojuegos de estrategia en Educación Matemática: Una propuesta didáctica en secundaria. *Épsilon* 97, 23-42.
- Follin, T. (2006). *Lemmings* (Versión para ordenador) [Videojuego]. Sony Computer Entertainment.
- Fraser, N. (2012). *Blockly* [Software]. Google.
- Galindo, H. (2019). Los videojuegos en el desarrollo multidisciplinar del currículo de

- Educación Primaria: el caso Minecraft. *Pixel-BIT Revista de Medios y Educación*, 55, 57-73.
- Groening, C., y Binnewies, C. (2019). The impact of digital achievements as a gamification element on motivation and performance. *Computers in Human Behavior*, 97, 151-166.
- Hamlen, K. R. (2011). Children's choices and strategies in video games. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 532-539.
- Hijón, C., y Hijón, R. (2023). Videojuego educativo para la enseñanza transversal de las Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas con programación por bloques. *Informática Educativa Comunicaciones* 38, 1-13.
- Jiménez, J. M., y Araya, Y. C. (2012). El efecto de los videojuegos en variables sociales, psicológicas y fisiológicas en niños y adolescentes. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, deporte y recreación*, 21, 43-49.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning. *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620.
- Lesh, R. (1981). Applied mathematical problem solving. *Educational studies in mathematics*, 12(2), 235-264.
- Lorenzo, M. E. (2018). *Juegos de estrategia en formato tecnológico y resolución de problemas en la ESO* [Tesis de doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona]. Dipòsit Digital de Documents de la UAB.
- Marín, V., & Sampedro, B. (2015). Cómo trabajar las matemáticas en educación primaria a través de los videojuegos. *Revista Educação, Cultura e Sociedade*, 5(2), 15-27.
- Masip, N. C., Fernández, J. T., y Bosco, A. (2017). Los videojuegos como medio de aprendizaje: un estudio de caso en matemáticas en Educación Primaria. *Pixel-bit. Revista de medios y educación*, 51, 133-150.
- McConnell, P. (2014). *Hearthstone* (Versión para Android) [Videojuego]. Blizzard Entertainment.
- Molina, Á., Adamuz, N., y Bracho, 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*, 49(1), 83-90.
- Oliva, J. M., y Gil, M. L. (2018). Influencia de las pruebas de acceso a la universidad en la metodología docente del profesorado de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 1-17.

- Pajares, R., Lucas, V. F., y Antón, L. J. (2020). Estudio del impacto educativo de las actividades formativas basadas en SCRATCH en alumnos de diversificación curricular de 4º ESO del IES Santo Tomás de Aquino de Iscar (Valladolid). En J. R. Enrique Javier Díez Gutiérrez (coord.), *Educación para el Bien Común: hacia una práctica crítica, inclusiva y comprometida socialmente* (pp. 990-998). Octaedro.
- Peñaranda, A. M., Prada, R., y Gamboa, A. (2019). Juego y enseñanza de las Matemáticas: Reflexiones teóricas para el trabajo de aula. *Revista Perspectivas*, 4(2), 80-84.
- Persson, M. (2011). *Minecraft* (Versión para ordenador) [Videojuego]. Mojang Studios.
- Persson, S. (1998). *Kula World* (Versión para PlayStation) [Videojuego]. Sony Computer Entertainment.
- Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. París: Presses Universitaires de France.
- Piedrahita, L. (2007). La habitación de Fermat. *Notro Films*.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- Prensky, M. (2015). *Enseñar a nativos digitales*. Madrid: Ediciones SM.
- Prieto, M. D., y Ballester, P. (2003). *Las inteligencias múltiples: diferentes formas de enseñar y aprender*. Anaya.
- Resnick, M. (2012). *Scratch* [Software]. MIT Media Lab Lifelong Kindergarten Group.
- Rival, F. (2008). *Gdevelop* [Software]. Software libre.
- Rodríguez, P. J. (2023). Factores Asociados al Rendimiento en Matemáticas de Estudiantes Españoles en Educación Primaria. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 21(3), 175-191.
- Scott, D. (2007). *Vector Tower Defense 2* (Versión para ordenador) [Videojuego]. http://www.mygamesworld.com/game/10563/Vector_TD_2.html
- Soto, L. M. (2021). *El videojuego como metodología para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria. Variación de las estructuras cognitivas* [Tesis de doctorado, Universidad de Extremadura]. Dehesa Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura.
- Soto, L. M., Luengo, R., y Casas, L. (Marzo, 2019). *Influencia de un videojuego en la enseñanza de conceptos matemáticos* [Sesión de conferencia]. Inovação no Ensino da Matemática e das Ciências, Santarém, Portugal. https://www.researchgate.net/publication/343007226_Influencia_de_un_videojuego_e

n_la_ensenanza_de_conceptos_matematicos.

- Tobar-Muñoz, H., Fabregat, R., y Baldiris, S. (2015). Augmented reality game-based learning for mathematics skills training in inclusive contexts. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 21(4), 39-51.
- Unity Technologies (2005). *Unity* [Software]. Unity Technologies.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educar*, 53(1), 149-170.
- Vázquez-Cano, E. y Delgado, D. F. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en Educación Secundaria. *Communication papers*, 4(6), 63-73.
- Yaftian, N., y Abdi, H. (2021). The Effectiveness of Teaching by Using Gamification on Mathematical Anxiety and Mathematical Motivation of Ninth Grade Students. *Research in School and Virtual Learning*, 9(1), 27-26.
- Zuckerman, O., Arida, S., y Resnick, M. (2005, April). Extending tangible interfaces for education: digital Montessori-inspired manipulatives. En *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 859-868). Association for Computing Machinery.