

GAMIFICACIÓN POR VIDEOJUEGOS EN CONTEXTOS VULNERABLES: HALLAZGOS EXPERIMENTALES DESDE LA MATEMÁTICA ESCOLAR

GAMIFICATION BY VIDEO GAMES IN VULNERABLE CONTEXTS: EXPERIMENTAL FINDINGS FROM SCHOOL MATHEMATICS

Jhon Holguin-Alvarez

Coordinador del área de Investigación, E.P. Ed. Primaria.
Universidad César Vallejo. Lima (Perú)

E-mail: jhonholguinalvarez@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5786-0763>

Gloria María Villa Córdova

Coordinadora Académica EP Ed. Primaria.
Universidad César Vallejo. Lima (Perú)

E-mail: gloria_villa75@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3038-9443>

Susana Oyague Pinedo

Coordinadora del área de Responsabilidad Social, E.P. Ed. Primaria.
Universidad César Vallejo. Lima (Perú)

E-mail: soyague26@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3325-2039>

Silvia Samame Gamarra

Coordinadora del área de Seguimiento del egresado, E.P. Ed. Primaria.
Universidad César Vallejo, Lima (Perú)

E-mail: silviasamame6@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6072-4719>

Recepción: 04/04/2019 **Aceptación:** 25/04/2019 **Publicación:** 30/09/2019

Citación sugerida:

Holguin-Alvarez, J., Villa Córdova, G. M., Oyague Pinedo, S. y Samame Gamarra, S. (2019). Gamificación por videojuegos en contextos vulnerables: hallazgos experimentales desde la matemática escolar. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(3), 82-107. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2019.83.82-107>

RESUMEN

El uso de los videojuegos para gamificar clases de matemática, ha llegado a instituciones educativas con condiciones políticas, económicas y sociales adecuadas para el logro formativo; y las ha masificado conduciendo a resultados que se incrementan en organizaciones educativas del sector público. No obstante, esta realidad es distinta en contextos de vulnerabilidad para escolares, cuyos principales problemas son económicos y sociales. Como respuesta, en esta investigación propusimos implementar videojuegos para desarrollar la matemática en escuelas públicas de contextos vulnerables, trabajamos tres experimentos estimulares de acuerdo al componente de la matemática en los cuales participaron niños y niñas: A) segundo _(Candy Crush) = 47 (M = 7,8 años); B) tercero _(Asphalt 8 Airborne) = 43 (M = 9,7 años); y C) cuarto _(Plants & Zombies) = 49 (M = 8,8 años), los componentes desarrollados fueron: A) numeración, B) razonamiento matemático y C) resolución de problemas respectivamente, se utilizaron la Evaluación diagnóstica enactiva, icónica y simbólica, Prueba de Precálculo y la Evaluación diagnóstica de la Matemática. En particular notamos en los resultados menores índices de incremento de puntuaciones en numeración, y mayores en el razonamiento matemático y la resolución de problemas; aunque en el experimento A encontramos menores índices de mejora, el juego *Candy Crush* permitió desarrollar la representación enactiva e icónica en los niños de segundo grado. El videojuego *Asphalt 8 Airborne*, viabilizó la reacción cognitiva del razonamiento ante el uso de insignias y puntuaciones, lo cual permitió que los estudiantes desarrollaran habilidades para mejorar la práctica de operaciones matemática. Finalmente, los estudiantes que ejecutaron el juego *Plants & Zombies* (experimento C) desarrollaron problemas con mayor complejidad luego del experimento, a su vez evidenciaron el desarrollo de metacognición y flexibilización para abordar tareas con alta demanda cognitiva.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje de numeración, Contexto vulnerable, Gamificación escolar, Razonamiento matemático, Resolución de problemas.

ABSTRACT

The use of video games to gamify math classes has reached educational institutions with adequate political, economic and social conditions for educational achievement; and has massified them leading to results that increase in educational organizations of the public sector. However, this reality is different in contexts of vulnerability for schoolchildren, whose main problems are economic and social. In response, in this research we proposed to implement video games to develop mathematics in public schools of vulnerable contexts, we worked three stimulation experiments according to the mathematics component in which children participated: A) second _(Candy Crush) = 47 (M) = 7.8 years); B) third _(Asphalt 8 Airborne) = 43 (M = 9.7 years); and C) fourth _(Plants & Zombies) = 49 (M = 8.8 years), the developed components were: A) numbering, B) mathematical reasoning and C) problem solving, respectively, the enactive, iconic diagnostic evaluation was used and symbolic, Precalculus Test and the Diagnostic Evaluation of Mathematics. In particular, we note in the results lower rates of increase in numbering scores, and higher in mathematical reasoning and problem solving; Although in experiment A we found lower rates of improvement, the Candy Crush game allowed us to develop enactive and iconic representation in second grade children. The videogame Asphalt 8 Airborne, made viable the cognitive reaction of the reasoning before the use of badges and scores, which allowed the students to develop skills to improve the practice of mathematical operations. Finally, the students who executed the game Plants & Zombies (experiment C) developed problems with greater complexity after the experiment, in turn evidenced the development of metacognition and flexibility to tackle tasks with high cognitive demand.

KEYWORDS

Numbering learning, Vulnerable context, School gamification, Mathematical reasoning, Problem resolution.

1. INTRODUCCIÓN

La gamificación como método de ludificación ha presentado nuevas evidencias para desarrollar aprendizajes activos, los resultados demuestran su utilidad como método didáctico para el abordaje de procesos cognitivos ejercitados en plataformas digitales (Armier; Shepherd y Skrabut, 2016; Glaser-Opitz y Budajová, 2016; Goehle y Wagaman, 2016; Martyniuk, 2018) y no digitales (Dos Santos Barbosa y Gomes Araujo, 2016; Holguin, *et al.*, 2018; León, Lucano y Oliva, 2014; Fanari, Meloni y Massidda, 2017). En especial, la inclusión de videojuegos ha sido crucial para la aplicación de métodos centrados en el uso de recursos y materiales para el logro de los procesos inferiores y superiores del aprendizaje, en este sentido, los aprendizajes rígidos o complejos exigen el uso de fases de aprendizaje como: motivación, recojo de saberes, construcción, aplicación o evaluación. De acuerdo a este marco referencial, el profesorado atraviesa distintas dificultades para desarrollar distintas etapas del aprendizaje en la infancia para que se desarrollen procesos de acomodación y asimilación del código numérico o la representación de cantidades (Bustamante, 2017; Duval, 2017; D'Amore, Díaz y Fandiño, 2015; Calsa y Furtuoso, 2015; García y García, 2015; Mattera y Morris, 2017; Tafarelo y Bonanno, 2016).

Distintas evidencias relatan que el problema sobre el aprendizaje de la matemática es más habitual entre los cinco y siete años de edad, los habilidades para la síntesis y el análisis sobrecargan la memoria de trabajo u operativa en el aprendizaje de la numeración (Cánovas, 2016; Siegler y Braithwaite, 2016; Taddia y D'Amore, 2015), otros estudios referencian la seriación y clasificación como modalidades complejas de razonamiento (Tafarelo y Bonanno, 2016; Siegler y Braithwaite, 2016). Por otro lado, la resolución de problemas matemáticos implica el uso de habilidades propias para su ejecución, como: análisis, discriminación y argumentación; y otros incluyen la flexibilidad y procesos de creatividad para su logro (D'Amore y Fandiño, 2013; D'Amore y Fandiño, 2006; D'Amore, 2006; D'Amore; Fandiño y Marazzani, 2004; Segovia y Rico, 2016). Las fases para su enseñanza deben ser más ergonómicas a los procesos cognitivos del alumnado más aún si solo se desarrolla el medio verbal o escrito (D'Amore y Fandiño, 2006; Flores y Rico, 2015; Segovia y Rico, 2016); en el caso de gamificación, estos recursos se reemplazarían por estrategias de soporte (autorregulación y metacognición), practicidad e intercambio de información.

El razonamiento matemático incluye otros procesos rígidos o directivos como observación, recepción, planificación y supervisión (Higgins, *et al.*, 2016; Ortiz-Colón, Jordán y Agredal, 2018; Ouariachi, Dolores y Gutiérrez, 2017; Wong, 2018), también incluye el uso de saberes previos hacia el análisis y re-análisis de resultados (Ayal, *et al.*, 2015; Lubis y Nasution, 2017; Higgins, *et al.*, 2016; Ortiz-Colón, Jordán y Agredal, 2018); por todo esto dichos procesos necesitan de un apoyo emocional con el cual regenerar procesos cognitivos con fluidez.

Algunos hallazgos sobre gamificación han reportado que sus efectos en el desarrollo de las competencias cognitivas son de corta duración (Hung, 2017), o pueden causar conductas oclusivas hacia el aprendizaje (Bozkurt y Durak, 2018; Hung, 2017). No obstante, el poder estimulante en su aplicación determina mejores vinculaciones entre los procesos micro-cognitivos y los procesos superiores ante tareas matemáticas complejas (Çelik, 2017; Wong, 2018). Otras dimensiones como el afecto desarrollado en procesos paralelos de cognición aumentan la satisfacción-motivación hacia el desarrollo de las operaciones matemáticas (Ayal, *et al.*, 2015; Carlson, Harris y Harris, 2017; Lubis y Nasution, 2017; Ortiz-Colón, Jordán y Agredal, 2018).

El poder estimulante en su aplicación determina mejores vinculaciones entre los procesos micro-cognitivos y los procesos superiores ante tareas matemáticas complejas.

El proceso de ludificación/gamificación, mediante procesos de juegos en plataforma, es un potencial generador de *feedback* en la solución de operaciones (Feurstein en Alpizar, 2016), y motivación prolongada (Groos, 1976; Gross, en Martínez, 2008) como se arguye en los planteamientos sobre el juego para el aprendizaje vivencial. Las evidencias sobre procesos matemáticos abordados desde la aplicación de procesos de gamificación basados en videojuegos, remiten remiten resultados que comprueban mayor desarrollo de procesos inversos de la matemática como el de rotación cognitiva, esta incluye otros como flexibilidad y plasticidad cognitiva (De Castell, Larios y Jenson, 2017; Del Moral, Guzmán y Fernández, 2018). Evidencias similares se han observado en estrategias particulares utilizadas para operaciones o problemáticas centradas en la lógica (Del Moral, Guzmán y Fernández, 2018; Rubio, Prieto y Ortiz, 2016; Sacristán y Pretelín-Ricárdez, 2017; Salas, 2018). Los videojuegos estimulan el dominio de habilidades sociales y emocionales debido al contenido motivacional que proporcionan al jugador (Del

Moral, Guzmán y Fernández, 2018; Guerra y Revuelta, 2015). Es así que a través de estos procesos de ludificación en el aula se produce menor recarga cognitiva ante la resolución de operaciones matemáticas o problemas, otorgándole disipación a la memoria de trabajo/operativa (Salas, 2018; Vendliski, *et al.*, 2011). Cabe señalar que no existen evidencias contundentes que relaten experimentos en contextos de vulnerabilidad escolar, si estos procesos de aprendizaje de las matemáticas, a pesar de estar mediados por determinados factores (económicos y sociales), logran desarrollarse en ambientes pedagógicos con andamiaje de ludificación digital entonces la teoría de gamificación sería válida en contextos no controlables para la educación formal.

En cuanto a la problemática, el docente suele basar su enseñanza en un tipo de población estudiantil a la cual, generaliza, creyendo que el método (prescriptivo, por cierto), será efectivo en determinado contexto sin notar las debilidades emergentes en la vulnerabilidad en que los aprendices viven (Chib, Bentley y Wardoyo, 2019). Ante esto, para un aprendizaje exitoso, sobretodo en Latinoamérica, el profesorado necesita conocer y comprender sus condicionantes personales, sociales, familiares y comunitarios, con el fin de establecer alguna orientación por el medio curricular que ayude a superar dichas deficiencias sociales (Carrillo, *et al.*, 2018). En el ámbito cognitivo, los contenidos del aprendizaje y su integración permiten entender a los estudiantes para ubicarlos en situaciones experimentales acrecentadoras de las competencias educativas (Del Pino-Sepúlveda y Montanares-Vargas, 2019; Rocha, 2019).

En el ámbito cognitivo, los contenidos del aprendizaje y su integración permiten entender a los estudiantes para ubicarlos en situaciones experimentales acrecentadoras de las competencias educativas.

Estas evidencias en cuanto a gamificación, aprendizaje matemático y atención a la vulnerabilidad, permiten acentuar el propósito para la investigación en contextos que permitan: demostrar la efectividad del proceso de gamificación desde el uso didáctico de videojuegos como activación del desarrollo de las competencias matemáticas: a) aprendizaje de numeración, b) razonamiento matemático y c) resolución de problemas, en distintos grupos estudiantiles de Educación Básica Regular de acuerdo a sus ciclos de aprendizaje: ciclo III (segundo y tercer grado), ciclo IV (cuarto grado), los cuales eran asistentes a instituciones educativas de contextos de vulnerabilidad.

2. METODOLOGÍA

2.1. SUJETOS

El estudio se conformó por 139 estudiantes de segundo, tercero y cuarto grado de primaria, distribuidos en grupos para tres experimentaciones: experimento $(A) = 47$, experimento $(B) = 43$, experimento $(C) = 49$, con el fin de seguir los propósitos del estudio. El promedio de las edades fue equitativo en cada grado escolar asumido para la experimentación ($X_{(segundo)} = 7,8$ años; $X_{(cuarto)} = 9,7$ años; $X_{(tercero)} = 8,8$ años). La distribución de género fue equilibrada en el segundo y cuarto grado a diferencia del quinto grado en el cual prevaleció el género femenino (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de sujetos que conformaron la muestra de experimentación A, B y C de acuerdo al género y la zona de residencia.

Código y grado	Grupo	Género		Zonas de residencia			Total de muestra
		M (%)	F (%)	Asentamiento humano (f)	Comunidad protegida (f)	Asociación de vivienda (f)	
A (segundo)	Experimental	56	44	18	2	4	24
	Control	49	51	20	1	1	23
B (tercero)	Experimental	57	43	15	5	1	21
	Control	54	46	14	6	2	22
C (cuarto)	Experimental	22	78	19	4	3	26
	Control	18	82	15	5	3	23

Fuente: nómina de estudiantes de las instituciones del estudio.

Nota: (%) = porcentaje; (f) = frecuencia.

Los estudiantes asistían a instituciones educativas públicas ubicadas en dos contextos vulnerables, caracterizados de acuerdo a la problemática social determinada por los siguientes riesgos: a) pandillaje juvenil; b) robo; c) drogadicción; d) alcoholismo. De acuerdo a la clasificación de viviendas por nivel socio económico, se identificó a los estudiantes de acuerdo a la zona de vivienda en que residían durante el desarrollo de la investigación (tabla 1). Una vez clasificados los estudiantes, se optó por criterios de exclusión sobre alumnos con problemas y necesidades educativas severas, y con sumo cuidado solo

se les permitió participar de los programas experimentales, sin tomar en cuenta los datos recogidos desde la aplicación de los test o pruebas aplicadas en cada grupo. Luego de este proceso, se gestionó la documentación necesaria para el proceso de aceptación de los padres en la inclusión de sus hijos en el estudio, este se desarrolló mediante el consentimiento informado.

2.2. INSTRUMENTOS

Evaluación diagnóstica enactiva, icónica y simbólica – EIS (ad hoc). Es una prueba de naturaleza cualitativa dirigida para niños de seis a siete años de edad (segundo grado), la cual se elaboró para caracterizar y/o valorar el desarrollo del cálculo numérico y numeración mediante la representación cognitiva de las operaciones como: a) enactividad, b) iconicidad; y c) simbolización. Consta de 18 ítems, los cuales se pueden calificar de forma cuantitativa mediante calificación dicotómica: 1 = acierto y 0 = error. Esta prueba de desarrolla entre 20 y 30 minutos.

EIS es una prueba de naturaleza cualitativa dirigida para niños de seis a siete años de edad (segundo grado), la cual se elaboró para caracterizar y/o valorar el desarrollo del cálculo numérico y numeración mediante la representación cognitiva

Prueba de Precálculo – PP (Milicic y Schmidt, 2002) (adaptación). Prueba dirigida a la medición del razonamiento matemático entre los cuatro y siete años de edad. Su calificación es de tipo dicotómica, y se desarrollan de acuerdo a los test elegidos. Sin embargo, para esta evaluación se decidió utilizar los test, en particular: a) números ordinales, b) cardinalidad; y c) conservación. Para el desarrollo total de estos test se brindó 20 minutos para su desarrollo, para aumentar la dificultad de estos instrumentos, se adaptaron los ítems de la versión original para adecuarla al nivel de aprendizaje de los niños de cuarto grado de primaria (9 a 10 años de edad). En total se establecieron un total de 25 ítems, de los cuales 17 se adaptaron, y se agregaron ocho con el fin de probar el rigor a través de otras preguntas. Finalmente, esta versión se pasó por juicio de expertos con fines de obtener confiabilidad al igual que los otros instrumentos aplicados en este estudio.

Evaluación diagnóstica de la matemática – EDM (Baldeón, 2015). Es una evaluación de tipo dicotómica, conformada por 20 ítems, y su calificación es de tipo dicotómica (acierto = 1 punto; error = 0 puntos).

Tiene por finalidad evaluar procesos cognitivos de aprendizaje matemática de acuerdo a la complejidad, evalúa la demanda cognitiva en base a las propuestas de Stein, dedicados a la medición por tipos de problemas: a) memorización, b) procedimientos sin conexión, c) procedimientos con conexión y d) trabajar matemáticas. Esta prueba se desarrolla por 45 minutos y es de aplicación individual o grupal.

Tabla 2. Índices de fiabilidad en instrumentos EIS, PP, EDM.

Instrumentos	EIS	PP	EDM
KR	0,96	0,89	0,91

Fuente: elaboración propia.

Nota: KR = Kuder Richardson.

Todos los instrumentos se aplicaron a 50 estudiantes para el plan piloto previo a la aplicación de los experimentos. Se obtuvo índices de confiabilidad aceptables para la investigación (Tabla 2). A su vez, estos instrumentos se sometieron a revisión de cinco expertos en educación matemática y en psicología del aprendizaje; por cuanto los acuerdos obtenidos entre jueces fueron satisfactorios con índices mayor a 95 % de aceptación total del instrumento.

2.3. PROCEDIMIENTO

Para la gamificación desde el uso de videojuegos, se necesitó conocer las preferencias de los estudiantes predestinados para el estudio, con el fin de indagar cuantitativamente en el consumo del juego por estudiante. Para este fin se entregó una lista con 16 nombres de juegos a cada estudiante seleccionado por el muestreo; entonces se obtuvieron los primeros resultados de selección de videojuegos (Figura 1). Es importante señalar que estos estudiantes no eran asiduos consumidores ya que muchos no contaban con Pc o laptop o teléfono móvil. La mayoría asistía a cabinas de internet desde las cuales consumían horas para el trabajo en programas de oficina virtual (Word, Excel, Power Point), con los cuales realizar sus tareas cotidianas, y en el tiempo fuera realizaban alguna actividad lúdica con los videojuegos mencionados.

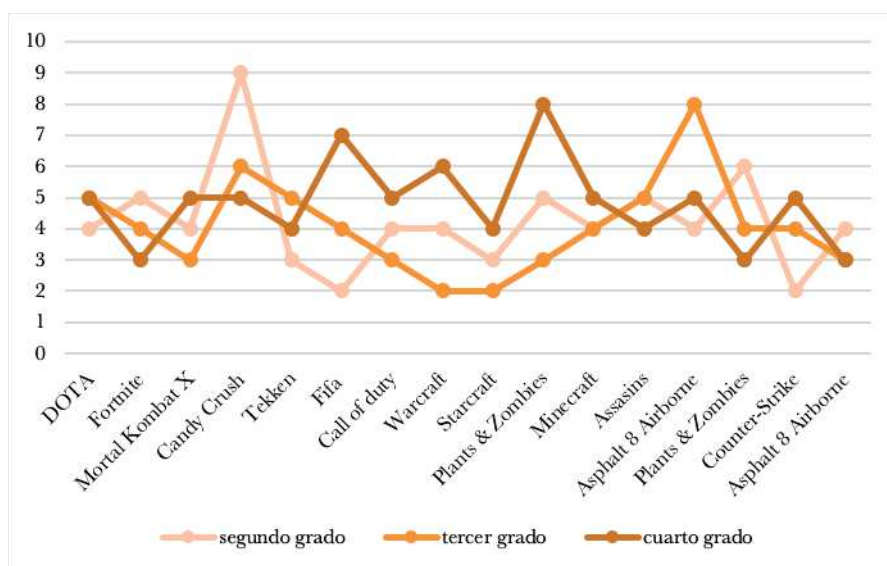


Figura 1. Preferencia de elección en videojuegos por grado segundo, tercero y cuarto. Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Videojuegos Candy Crush (A); Asphalt 8 Airborne (B) y Plants & Zombies (C) para los experimentos: segundo, tercero y cuarto.

Nota: derechos reservados.

Los estudiantes reportaron un puntaje por cada juego de una escala del 1 al 10. De acuerdo al análisis de predilección se escogieron los juegos más puntuados de la lista por grado: a) *Candy Crush* (segundo); b) *Asphalt 8 Airborne* (tercero) y c) *Plants & Zombies* (cuarto) (Figura 2); una vez elegidos los juegos para cada grado, se procedió a secuencializar las actividades pedagógicas y estímulos de cada videojuego. Se

plantearon 45 actividades para el trabajo experimental por grado, todas duraron entre 15 y 20 minutos: 20 se realizaron de modo personal y 25 en modo colectivo, o por parejas; las actividades personales se realizaban en tres fases: a) inicio de motivación: dinámica con motivos del juego (recompensas/ badges, avatares, monedas de ascenso, entre otros), b) proceso de construcción con soporte: apoyo docente, c) resolución de nivel 1, 2 y 3 en videojuego; y d) evaluación: aplicación de ficha evaluativa (Figura 3).

En cuanto a la aplicación grupal, las fases de desarrollo eran: a) inicio de motivación colectiva: dinámica con motivos del juego (recompensas y avatares), b) proceso de construcción con soporte: apoyo docente, c) resolución por duetos o tríos de nivel 3 del videojuego u otros de nivel superior; y d) evaluación: aplicación de ficha evaluativa (Figura 3). Para la ejecución de los juegos se gestionó el uso de las notebooks de las escuelas con el fin de ajustar aplicaciones instaladas para las actividades pedagógicas. Las actividades pedagógicas fueron también adaptadas acorde a la variable que se buscó desarrollar en el grupo de estudiantes: (A = experimento 1, numeración; B = experimento 2, razonamiento matemático; C = experimento 3, resolución de problemas), para esto se coordinó con los profesores, tutores y auxiliares a cargo y así introducir las clases gamificadas en el cronograma de clases, y tratar de hacerlas lo menos distractoras en la programación curricular de los escolares. Finalmente, los videojuegos fueron utilizados para la realización de actividades, luego estos fueron desinstalados para prever que los estudiantes interrumpieran sus clases luego de los experimentos.



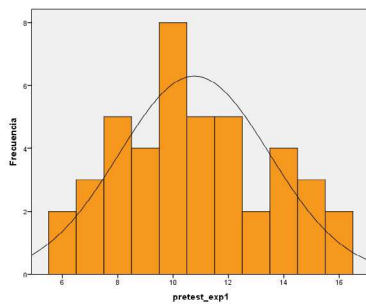
Figura 3. Ejecución individual de videojuego (D - *Asphalt 8 Airborne*) y ejecución colectiva (E – *Plants & Zombies*).
Nota: registro fotográfico de investigación (derechos reservados).

3. RESULTADOS

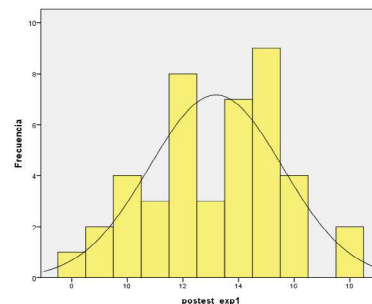
3.1. ANÁLISIS PRELIMINAR: NORMALIDAD DE DATOS Y DESCRIPTIVOS

Una vez obtenidos los datos de las mediciones pretest y postest, se obtuvieron los datos relativos a cada variable analizada, los cuales se tabularon con el fin de realizar una revisión preliminar sobre su normalidad. Para este paso, se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) ya que las muestras de análisis superaban los 30 sujetos, por cuanto fue coherente utilizar dicha prueba. Para el contraste se planteó el índice de significancia del 5 % (p-valor: 0.05), a través de este planteamiento se obtuvieron significancias mayores al índice propuesto, ocurriendo así en la variable numeración (pretest_(sig.) = ,090; postest_(sig.) = ,034). De igual modo, en los resultados de razonamiento matemático (pretest_(sig.) = ,200; postest_(sig.) = ,063); y en los de resolución de problemas (pretest_(sig.) = ,057; postest_(sig.) = ,165). Por estos resultados se optó analizar los datos por una prueba no paramétrica en lo consecutivo.

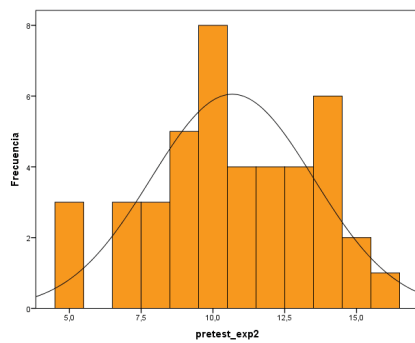
Experimento A: numeración (pretest)



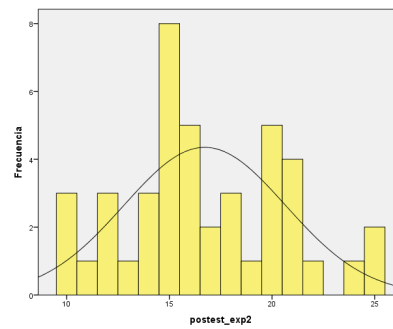
Experimento A: numeración (postest)



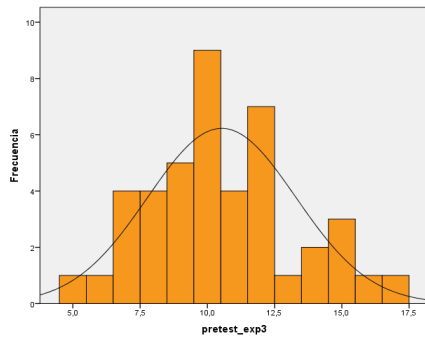
Experimento B: razonamiento matemático (pretest)



Experimento B: razonamiento matemático (postest)



Experimento C: resolución de problemas (pretest)



Experimento C: resolución de problemas (postest)

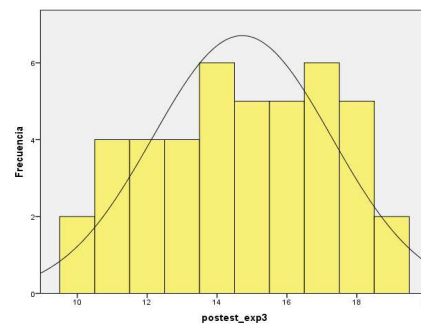


Figura 4. Distribución de datos de normalidad en la medición pretest y postest de los experimentos. **Fuente:** base de datos de la investigación.

Tabla 3. Distribución de datos de normalidad en la medición pretest y postest de los experimentos.

Experimento*	Medición (n)	Mínimo	Máximo	Media	D.E.**
A	Pretest (47)	6	16	10,47	2,796
	Postest (47)	8	18	12,96	2,431

Experimento*	Medición (n)	Mínimo	Máximo	Media	D.E.**
B	Pretest (43)	5	16	10,67	2,834
	Posttest (43)	10	25	16,72	3,942
C	Pretest (49)	5	17	10,82	2,819
	Posttest (49)	10	19	14,61	2,540

Fuente: base de datos de la investigación.

Nota: *experimento A = segundo grado; B = tercer grado; C = cuarto grado; **desviación estándar.

3.2. ANÁLISIS DE LOS EXPERIMENTOS: A (NUMERACIÓN), B (RAZONAMIENTO MATEMÁTICO) Y C (RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS)

En cuanto al aprendizaje de la numeración, el análisis reportó diferencias respecto a las mediciones pre y posttest (d. (+) = 39; d. (-) = 6; e. = 2). A su vez, las evidencias estadísticas fueron corroboradas con índice de decisión menor al 1 % de error, al cual superaron los datos obtenidos ($Z = -4,770$; sig. = ,000; $p < .01$). Por lo tanto, estas evidencias corroboraron las diferencias entre las puntuaciones obtenidas por los estudiantes de segundo grado de primaria antes y después de interactuar con el videojuego *Candy Crush* mediante el programa de experimentación.

Experimento*	Medición (n)	Mínimo	Máximo	Media	D.E.**
A	Pretest (47)	6	16	10,47	2,796
	Posttest (47)	8	18	12,96	2,431
B	Pretest (43)	5	16	10,67	2,834
	Posttest (43)	10	25	16,72	3,942
C	Pretest (49)	5	17	10,82	2,819
	Posttest (49)	10	19	14,61	2,540

Figura 5. Comparación en las puntuaciones en medición pretest y posttest en aprendizaje de numeración, razonamiento matemático; resolución de problemas de acuerdo a los experimentos A, B y C. **Fuente:** base de datos de la investigación.

En relación a la variable razonamiento matemático, el contraste estadístico presentó diferencias positivas en su mayoría de un total de 43 sujetos (d. (+) = 41; d. (-) = 0; e. = 2). De igual modo, en el análisis

comparativo se encontraron diferencias estadísticas con significancia comprobada al 1 % de probabilidad de error ($Z = -6,247$; sig. = ,000; $p < .01$); por lo que se obtuvieron diferencias similares en este contraste luego de aplicar el juego *Asphalt 8 Airborne*.

En relación a la resolución de problemas, los niños y las niñas de cuarto grado de primaria presentaron índices mayores luego de aplicar el programa experimental con el juego *Plants & Zombies*: (d. (+) = 43 d. (-) = 1; e. = 5), y estos índices también reportaron índices significativos ($Z = -6,181$; sig. = ,000; $p < .01$), de lo que se infiere que el cambio se debió a la aplicación del juego como andamiaje pedagógico.

4. DISCUSIÓN Y / O CONCLUSIONES

Los resultados principales describieron mejoras comprobadas a partir del videojuego Candy Crush que los sujetos del experimento A (segundo grado) utilizaron en las sesiones de aprendizaje, al inicio se ubicaron en el rango de bajo aprendizaje de numeración; y luego del programa promediaron en nivel medio (Tabla 3); sin embargo, las diferencias estadísticas demostraron mejoras significativas para el grupo, sobretodo en casi la mitad de sujetos que integraban este experimento. Las evidencias demuestran que los individuos desarrollaron la habilidad de representar de forma enactiva, icónica y simbólica las cantidades, por ejemplo, aprendieron a identificar el material concreto representativo de cantidad al manipularlo, reconocer las cantidades en imágenes planas, como también abstraer conceptos numéricos, y en fases posteriores, aprendieron a utilizar recursos como objetos para reconocer las cantidades, compararlas, asignarles símbolos representativos; y por último, utilizar el lenguaje escrito para llegar a calcular operaciones. Estas evidencias son similares a las que incluyen recursos pedagógicos que necesitan ser puente del procesamiento de cantidades (Cánovas, 2016; García y García, 2015; Mattera y Morris, 2017; Siegler y Braithwaite, 2016; Tafarelo y Bonanno, 2016), como también se relacionan a las que mencionan que en los sujetos sin maduración cognitiva se necesitan actividades que aporten en la formulación de la representación simbólica, cuyo proceso es más rígido o complejo (Tafarelo y Bonanno, 2016; Siegler y Braithwaite, 2016), esto se puede notar en los resultados obtenidos como una confirmación en la investigación si se les compara a los obtenidos en las variables resolución de problemas y razonamiento; por lo tanto, aunque hayan presentado mejoras, suele ser una competencia difícil de desarrollar en estos niños y niñas debido a la edad en que se encuentran pero además, por los factores

que incluyen en la realización de esta operación (temor a la frustración, preocupaciones personales, metas de superación). En este caso, los efectos se deben al factor motivacional al igual que en otros estudios en donde también interviene en el aprendizaje matemático (Ayal, *et al.*, 2015; Carlson, Harris y Harris, 2017; Del Moral, Guzmán y Fernández, 2018; Gross, en Martínez, 2008; Lubis y Nasution, 2017), en las evidencias se notó la superación de los obstáculos para los tres tipos de representación cognitiva de los números gracias a las características del videojuego Candy Crush.

Al respecto, se concluye que, el videojuego Candy Crush se comportó como un andamio pedagógico entre el docente y los estudiantes del experimento A, y provocó las diferencias significativas entre las mediciones pre y postest del aprendizaje de numeración, con las cuales se sustenta que los sujetos de este grupo desarrollaron estrategias para abordar la representación enactiva, icónica y simbólica, sin embargo, la representación simbólica presentó menor grado de incremento; al igual que el aprendizaje de numeración fue la de menor índice de los tres experimentos desarrollados.

Los sujetos de este grupo desarrollaron estrategias para abordar la representación enactiva, icónica y simbólica, sin embargo, la representación simbólica presentó menor grado de incremento; al igual que el aprendizaje de numeración fue la de menor índice de los tres experimentos desarrollados.

En relación al experimento B, se encontraron mejoras luego de la aplicación del juego Asphalt 8 Airborne, en este grupo de estudiantes del tercer grado de primaria. Al iniciar, estos demostraron encontrarse en el rango de inicio, es decir, realizaban tareas cognitivas poco complejas (procedimientos sin conexión de información) y con cierta demanda cognitiva. En las primeras, los individuos solo lograban desarrollar ejercicios verticales, con procesos poco flexibles, sin poder de autoevaluación sobre lo que desarrollaban; no obstante, una vez que interactuaron con el videojuego, revelaron desarrollar procesos flexibles, entre los cuales influía mucho la autoevaluación emocional ante los problemas, cabe señalar que los problemas con mayor complejidad eran aquellos que implicaban el uso de información textual de distinto tipo (literal o inferencial), o de conocimientos previos para conseguir la solución a algún problema determinado. Los sujetos de este grupo demostraron que las tareas con alta demanda cognitiva podrían desarrollarse ante las cualidades que el juego poseía, y que eran influencias directas del juego Asphalt 8 Airborne, el cual se caracteriza por desarrollar puntuaciones directas y por niveles determinados que amplían el interés

del jugador y el cálculo inmediato, esto incrementa el poder de superación en su mente; en este caso el aprendizaje por resolución de problemas es rápido, conciso, reflexivo y meta cognitivo como en otras evidencias también se ha atestiguado (Carlson, Harris y Harris, 2017; Çelik, 2017; De Castell, Larios y Jenson, 2017; Del Moral, Guzmán y Fernández, 2018; Ortiz-Colón, Jordán y Agredal, 2018; Wong, 2018), estos resultados contrastados con otros planteamientos (D'Amore y Fandiño, 2013; D'Amore y Fandiño, 2006; Flores y Rico, 2015), permiten asumir que el juego logra beneficios en la maduración cognitiva, a comparación a lo que ocurrió con sujetos menores a 10 años, por lo que la gamificación por videojuegos pudo desarrollar el aprendizaje matemático, y disipar ciertas influencias sociales y familiares que surgen en aprendices en vulnerabilidad (Carrillo, *et al.*, 2018; Chib, Bentley y Wardoyo, 2019; Salas, 2018; Vendliski, *et al.*, 2011).

En función de lo examinado es concluyente mencionar que la maduración cognitiva en los sujetos de ocho a nueve años de edad, es mejor para la resolución de problemas, en cierta medida, quienes influenciados por estrategias de gamificación acompañantes desde el videojuego Asphalt 8 Airborne, el cual activa la búsqueda de reacción inmediata para la consecución de cantidades (puntajes e insignias), lo cual viabilizó que los niños aprendieran a resolver problemas si aprendían a resolver operaciones más efectivas en su periodo de practica con mucha anticipación.

De acuerdo a los hallazgos realizados en la variable razonamiento matemático (experimento C), se encontraron diferencias que corroboraron la mejora en las habilidades de dicho razonamiento. Al iniciar la experimentación a través del videojuego Plants & Zombies, los estudiantes de cuarto grado, presentaron en la medición pretest el promedio que les ubicó en el rango de inicio, y al finalizar, en proceso; sin embargo, las diferencias encontradas sustentaron la mejora en el grupo. Al terminar la experimentación, los sujetos se caracterizaron por reconocer posiciones en cantidades numéricas, secuencias, identificar ubicación de números resultantes de operaciones (ecuaciones de primer grado), y comprender números decimales representativos de cantidades (objetos), desarrollaron capacidades de comparación, análisis y discriminación en ejercicios de razonamiento; ante esto, algunas evidencias se asemejan, aunque del no del todo, permiten confirmar que el saber previo es importante como un apoyo en el razonamiento (Ayal, *et al.*, 2015; Lubis y Nasution, 2017; Higgins, *et al.*, 2016), por otro lado, lo que corroboraron los resultados fue que los estudiantes necesitan de estrategias de supervisión y meta evaluación como lo sugieren otros planteamientos y resultados (Feurstein en Alpízar, 2016; Hung,

2017; Rubio, Prieto y Ortiz, 2016), y la evaluación adaptada para el nivel de rendimiento escolar en el niño de nueve a 10 años de edad permitió saber que estos se adaptan a situaciones lúdicas nuevas conforme se evidenció en la interacción con el videojuego *Plants & Zombies*, ya que predeterminó la forma de actuar en cada estudiante ante alguna situación compleja de aprendizaje, lo mismo deviene del proceso con que aprendieron a superar los obstáculos del juego; pues no solo exigía que el alumnado realizara sumatorias inmediatas sino también, buscar re-estrategizar sus acciones para los niveles a los que accedían paulatinamente.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en la variable razonamiento matemático, es concluyente que los efectos fueron positivos en su desarrollo, y aunque la estrategia de acompañamiento mediante el videojuego *Plants & Zombies* se adecuó al tipo de estudiantes del experimento C, dicho juego predijo la efectividad en cuanto a meta cognición y flexibilización para razonar. Aún quedan dudas sobre la efectividad para la realización del juego en niveles de mayor dificultad, y su interacción con problemas de razonamiento con mayor complejidad en niños de cuarto grado en muestras de similar contexto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar, L.** (2016). La modificabilidad estructural cognitiva en la familia de un enfermo alcohólico. *Drugs and Addictive Behavior*, 3(2), 283-301. Recuperado de: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/DAB/article/view/2875>
- Armier, D. D., Shepherd, C. E., y Skrabut, S.** (2016). Using Game Elements to Increase Student Engagement in Course Assignments. *College Teaching*, 64(2), 64-72. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/87567555.2015.1094439>
- Ayal, C., Kusuma, Y., Sabandar, J., y Afgan, J.** (2016). The Enhancement of Mathematical Reasoning Ability of Junior High School Students by Applying Mind Mapping Strategy. *Journal of Education and Practice*, 7(25), 50-58. Recuperado de: <https://iiste.org/Journals/index.php/JEP>
- Baldeón, M. D.** (2015). *Estrategia metodológica para la enseñanza de tareas matemáticas con alta demanda cognitiva* (Tesis de maestría), Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/1998>
- Bozkurt, A., y Durak, G.** (2018). A Systematic Review of Gamification Research: In Pursuit of Homo Ludens. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(3) Article 2, 15-33. doi: <http://dx.doi.org/10.4018/IJGBL.2018070102>
- Bustamante, E.** (2017). *Un modelo epistemológico de referencia asociado a las sucesiones en la educación básica regular del Perú* (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Calsa, G. C., y Furtuoso, P.** (2015). Estudio sobre a prática de alfabetização matemática de professoras da educação infantil. *Revista Educação e Linguagens, Campo Mourão*, 4(6), 124-141. Recuperado de: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/educacaoelinguagens/article/view/804>
- Cánovas, D.** (2016). *La construcción del concepto de número en el niño durante la etapa de Educación Infantil* (Trabajo de fin de grado), Universitat d'Alacant, Alicante, España. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/56069>

Carrillo, E., Civís, M., Andrés, T.A., Longás, E., y Riera, J. (2018). Condicionantes del éxito y fracaso escolar en contextos de bajo nivel socioeconómico. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 2, 75-94. doi: https://doi.org/10.21703/rexe.Especial2_201875944

Carlson, J., Harris, H., y Harris, K. (2017). Coin Counter: Gamification for Classroom Management. *Information Systems Education Journal (ISEDJ)*, 15(5), 4-14. Recuperado de: <http://isedj.org/2017-15/n5/ISEDJv15n5p4.html>

Çelik, M. (2017). Examination of Children Decision Making Using Clues during the Logical Reasoning Process. *Educational Research and Reviews*, 12(16), 783-788. doi: <https://doi.org/10.5897/ERR2017.3297>

Chib, A., Bentley, C., y Wardoyo, R. J. (2019). Entornos digitales distribuidos y aprendizaje: Empoderamiento personal y transformación social en colectivos discriminados. *Comunicar*, 58(XXVII), 51-61. doi: <https://doi.org/10.3916/C58-2019-05>

D'Amore B. (2006). Didattica della matematica "C". In: Sbaragli S. (ed.) (2006). La matematica e la sua didattica, vent'anni di impegno. *Atti del Convegno Internazionale omonimo*, Castel San Pietro Terme (Bo), 23 settembre 2006. Bologna: Pitagora, 93-96.

D'Amore, B., Díaz, J., y Fandiño, M. I. (2015). Competencias y matemática (3ª ed.). Bogotá, Colombia: Magisterio.

D'Amore, B., y Fandiño, M.I. (2013). La didattica della didattica della matematica: esperienze personali e spunti critici di discussione e ricerca. *L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate*, 36(4), 325-353. Recuperado de: <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore/807%20DAmore%20Fandino%20Pinilla.pdf>

D'Amore, B., y Fandiño, M.I. (2006). ¡Che problema i problemi! *L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate*, 6(29 AB.), 645-664. Recuperado de: http://www.digitaldocet.it/allegati/damore/problemi/588_Problemi.pdf

D'Amore, B., Fandiño, M. I., y Marazzani, I. (2004). “Esercizi anticipati” e “zona di sviluppo prossimale”: comportamento strategico e linguaggio comunicativo in attività di problema solving. *La matematica e la sua didattica*, 2, 71-95. Recuperado de: <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore/481%20Esercizi%20anticipati.pdf>

De Castell, S., Larios, H., y Jenson, J. (2017). Gender, Games and Space. International Association for Development of the Information Society (IADIS) *International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (14th, Vilamoura, Algarve, Portugal, Oct 18-20, 2017). Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579487.pdf>

Del Moral, M. E., Guzmán, A. P., y Fernández, L. C. (2018). Game-Based Learning: Increasing the Logical-Mathematical, Naturalistic, and Linguistic Learning Levels of Primary School Students. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(1), 31-39. doi: <https://doi.org/10.7821/naer.2018.1.248>

Del Pino-Sepúlveda, M. P., y Montañares-Vargas, E. (2019). Evaluación comunicativa y selección de contenidos en contextos escolares vulnerables chilenos. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21, e03, 1-12. doi: <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e03.1984>

Dos Santos Barbosa, G., y Gomes Araujo, C. (2016). As contribuições do jogo rouba monte no desenvolvimento de estratégias de contagem por crianças do terceiro ano do ciclo de alfabetização. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 6(2), 42 – 60. Recuperado de: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4029>

Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking – The registers of semiotic representations*, Dunkerque, Francia: Springer.

Fanari, R., Meloni C., y Massidda, D. (2017). Early numerical competence and number line task performance in kindergarteners, *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (CELDA 2017), University of Cagliari, Cagliari, Italy. Recuperado de: <https://goo.gl/jGccGW>

Flores, P., y Rico, L. (2015). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación primaria*. Madrid, España: Pirámide.

García, D., y García, A. M. (2015). *1, 2, 3 juegos matemáticos. Taller de Juegos Matemáticos para la Educación Infantil*. Alemania: GRIN Verlag.

Glaser-Opitz, H., y Budajová, K. (2016). THE MATH – open source application for easier, *Acta didactica Napocensia*, 9(1), 45 – 50. Recuperado de: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1103424>

Goehle, G., y Wagaman, J. (2016). The Impact of Gamification in Web Based Homework. *PRIMUS*, 26(6), 557-569. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10511970.2015.1122690>

Gross, K. (1976). The Play of Man: Teasing and Love-Play. In: J.S. Bruner; A. Jolly & K. Sylva (eds.). *Play. Its role in development and evolution*. Penguin Books Ltd. – International psychoterapy institute: United States of America, 105–131.

Guerra, J., y Revuelta, F. I. (2015). Videojuegos precursores de emociones positivas: propuesta metodológica con Minecraft en el aula hospitalaria. *International Journal of Educational Research and Innovation - IJERI*, 3, 105-120. Recuperado de: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1447/1162>

Higgins, K., Crawford, L., Huscroft, J., y Horney, M. (2016). Investigating Student Use of Electronic Support Tools and Mathematical Reasoning. *Contemporary Educational Technology*, 7(1), 1-24. Recuperado de: <http://www.cedtech.net/past2.asp?numara=71>

Holguin, J. A., Villa, G. M., Baldeón, M. D., y Chávez, Y. (2018). Didáctica semiótica y gamificación matemática no digital en niños de un Complejo Municipal Asistencial Infantil. *Fides Et Ratio*, 16(16), 147-168. Recuperado de: http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2018000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Hung, A. C. Y. (2017). A Critique and Defense of Gamification. *Journal of Interactive Online Learning*, 15(1), 57-72. Recuperado de: <http://www.ncolr.org/jiol/issues/pdf/15.1.4.pdf>

León, V., Lucano, V., y Oliva J. de D. (2015). *Elaboración y aplicación de un programa de estimulación de la competencia matemática para niños de primer grado de un colegio nacional* (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Lubis, A., y Nasution, A. A.** (2017). How Do Higher-Education Students Use Their Initial Understanding to Deal with Contextual Logic-Based Problems in Discrete Mathematics?. *International Education Studies*, 10(5), 72-86. doi: <https://doi.org/10.5539/ies.v10n5p72>
- Mattera, S., y Morris, P.** (2017). Counting on Early Math Skills: Preliminary Kindergarten Impacts of the Making Pre-K Count and High 5s Programs. *MDR: Building knowledge to improve social policy*, 16 East 34th Street 19th Floor, New York, NY 10016-4326. Recuperado de: <https://www.mdrc.org/publication/counting-early-math-skills>
- Martínez, E.** (2008). El juego como escuela de vida: Karl Groos. *Revista Miscelánea de Investigación*, 22, 7-22. Recuperado de: [file://ctx-fs01/perfil\\$/sdocentes22/Downloads/Dialnet-ElJuegoComoEscuelaDeVida-2774872.pdf](file://ctx-fs01/perfil$/sdocentes22/Downloads/Dialnet-ElJuegoComoEscuelaDeVida-2774872.pdf)
- Martyniuk, S. V.** (2018). Game On!--Teaching Video Game Studies in the Arts Classroom. *Art Education*, 71(3), 14-19. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00043125.2018.1436325>
- Milicic, N., y Schmidt, S.** (2002). *Prueba de Precálculo*. Santiago de Chile: Universitaria S.A.
- Milicic, N., y Schmidt, S.** (2002). *Manual de la Prueba de Precálculo*. Santiago de Chile: Universitaria S.A.
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., y Agredal, M.** (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, 44(e173773), 1-17. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Ouariachi, T., Olvera, M., y Gutiérrez, J.** (2017). Analysis of online change games: exploring opportunities. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 104-114. doi: <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.1298>
- Rocha, E.** (2019). “Ser alguien en la vida”, experiencia formativa de niños en contextos de vulnerabilidad social dentro de la zona urbana y semi urbana de San Luis Potosí: socialización, agencia, resistencia y proyectos educativos emergentes (Tesis doctoral). El Colegio de San Luis, A.C., San Luis de Potosí. Recuperado de: <https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1013/677>

Rubio, L. M., Prieto, J. L., y Ortiz, J. (2016). La matemática en la simulación con GeoGebra. Una experiencia con el movimiento en caída libre. *International Journal of Educational Research and Innovation - IJERI*, 5, 90-111. Recuperado de: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1586/1320>

Sacristán, A. I., y Pretelín-Ricárdez, A. (2018). Gaining Modelling and Mathematical Experience by Constructing Virtual Sensory Systems in Maze-Videogames. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 36(3), 151-166. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/teamat/hrw019>

Salas, R. A. (2018). Perspectivas de los estudiantes sobre la inclusión de videojuegos en el aprendizaje. *International Journal of Educational Research and Innovation - IJERI*, 10, 163-178. Recuperado de: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2613>

Segovia, I., y Rico, L. (2016). *Matemáticas para maestros de educación primaria*. Madrid, España: Pirámide.

Siegler, R. S., y Braithwaite, D. W. (2016). Numerical development. *Annual Review of Psychology*, (Anticipated publication: 2016). Recuperado de: <https://goo.gl/ApbuxS>

Taddia, F., y D'Amore, B. (2015). *Perché diamo I numeri?. E tante altre domande sulla matematica*. Firenze, Italia: Scienza.

Tafarelo, A., y Bonanno, A. (2016). A construção do conceito de número e suas implicações na aprendizagem das operações matemáticas, XII Encontro Nacional de Educação Matemática, *Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades*, 1-12. Recuperado de: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/5122_3136_ID.pdf

Vendliski, T. P., Chung, G. K. W. K., Binning, K. R., y Buschang, R. E. (2011). Teaching Rational Number Addition Using Video Games: The Effects of Instructional Variation. *National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST)*, University of California. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527531.pdf>

Wong, T. T.-Y. (2018). Is Conditional Reasoning Related to Mathematical Problem Solving?. *Developmental Science*, 21(5) e12644. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/desc.12644>

Ed. 30 Vol. 8 N.º 3 Septiembre-Diciembre 2019
DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2019.83.82-107>