

Gamificación mixta con videojuegos y plataformas educativas: un estudio sobre la demanda cognitiva matemática

Jhon Holguin-Alvarez

jholguin@ucv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-5786-0763>
Universidad César Vallejo, Perú

Juan Apaza-Quispe

japazaq@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1157-7185>
Universidad César Vallejo, Perú

Juana Cruz-Montero

jcruzmo@ucv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-7772-6681>
Universidad César Vallejo, Perú

Jenny Maria Ruiz-Salazar

jenny.ruiz@upn.pe
<https://orcid.org/0000-0001-9882-3133>
Universidad Privada del Norte, Perú

Delsi Mariela Huaita Acha

delsi.huaita@uwiener.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8131-624X>
Universidad Privada Norbert Wiener, Perú

Resumen

La inclusión de la gamificación basada en el uso de recursos tecnológicos cada vez es más urgente en las sesiones de aprendizaje. En especial, ante la eventual educación a distancia, diversas áreas del conocimiento deben potenciarse, y una de ellas son las matemáticas complejas. La investigación presenta la determinación de los efectos de la gamificación mixta en la demanda cognitiva matemática. Se utilizaron plataformas educativas y la competición en videojuegos durante seis meses en una muestra 300 estudiantes de tercero y cuarto grado de primaria ($M = 9.1$; $DE = 0.7$), organizados en grupos experimental y control. Los resultados indican el incremento de puntajes que indicant las mejoras en el abordaje de la demanda no conectiva (nivel moderado de rendimiento), y en el abordaje de la demanda conectiva (alto nivel de rendimiento). Las conclusiones permiten aseverar que los efectos combinatorios del uso de recursos tecnológicos para gamificar son positivos en el rendimiento en la demanda cognitiva matemática. Las limitaciones exigen replicar el estudio con la distribución de clases gamificados durante mayor tiempo, y uso permutado de los juegos utilizados en el experimento.

Palabras clave

Gamificación en Clase; Enseñanza Gamificada; Plataformas Educativas; Uso de Tecnologías; Uso de Videojuegos.

I. Introducción

La adquisición de los aprendizajes matemáticos implica el uso de información compleja, así también, la adopción de un clima motivacional en clase. La complejidad para otorgar estos beneficios es evidente en la búsqueda de soluciones compatibles, para aquellos estudiantes quienes demuestran diversos problemas para comprender diversas áreas como la aritmética, geometría, física... Es usual que, en estas actividades, aparezcan estos problemas al abordar la tarea con autoevaluación sostenida, y la consecuente utilidad del razonamiento durante el proceso de aprendizaje (Dalsgaard et al., 2020; D'Amore & Fandiño, 2013; Higgins et al., 2016; Lubis & Nasution, 2017; Lupiáñez & Rico, 2015; Rico, 2015; Wang, 2020). En muchas ocasiones también intervienen otros problemas relacionados a la comprobación de soluciones, el hábito por abordar tareas complejas y la afectividad hacia los procesos matemáticos, los cuales podrían recargar la memoria operativa. No obstante, también pueden aportar en el uso de una memoria operativa estratégica, contemplándola como una memoria analizadora, creativa y divertida (Figura 1).

Las investigaciones actuales han demostrado las formas en que los docentes buscan disipar los problemas básicos de la matemática básica, utilizando prácticas semióticas y procesos de ludificación en el procesamiento de las cantidades y la adquisición de la numeración (D'Amore et al., 2015; Fanari et al., 2017; Glaser-Opitz & Budajová, 2016; Meloni et al., 2017; Radford, 2006). Por lo que, en estas evidencias se desnudan los problemas del profesorado al buscar aportar con andamiajes efectivos en la concientización la representación numérica de los objetos que realiza el alumnado (D'Amore et al., 2015; Duval, 2016; Radford, 2006).

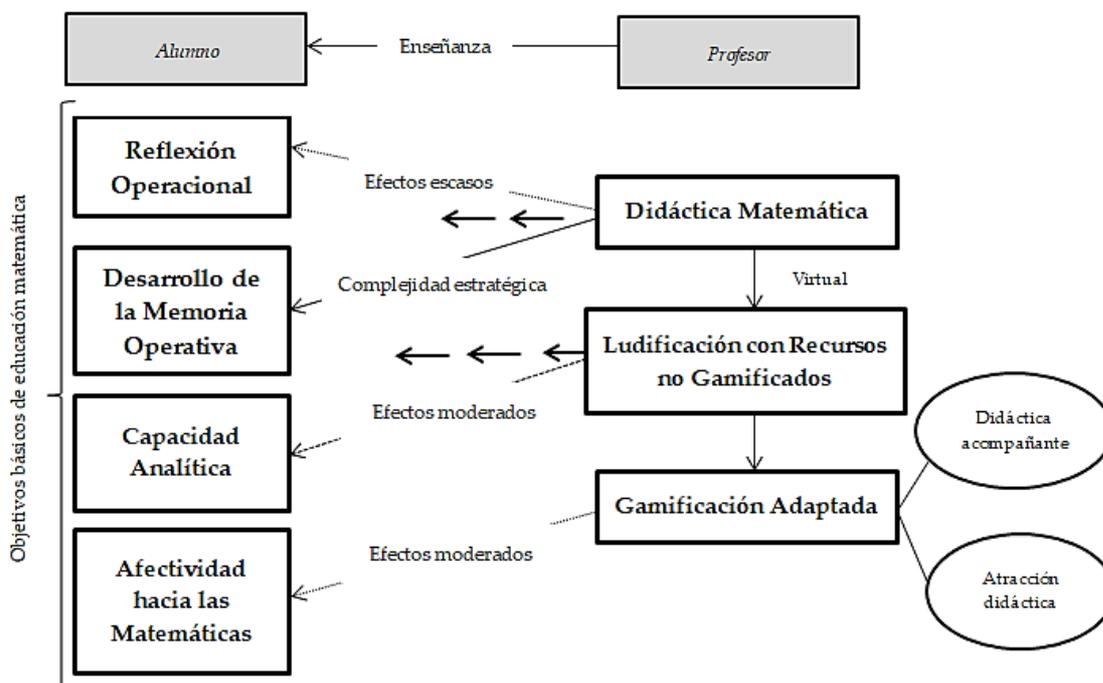


Figura. 1. Tipologías de las didácticas gamificadas y capacidades básicas esperadas en matemática. Fuente: Elaboración propia.

Específicamente, al caracterizar los signos o la representación escrita de los números (2... 4... 5...), con el apoyo verbal del docente (||: "dos"... ***: "cuatro"... x x x x x: "cinco"), pueden suplirse las dificultades de procesamiento cognitivo, cuando se realizan procesos lúdicos en la búsqueda de

codificaciones (Calsa y Furtuoso, 2015; Gusmão, 2016; Sáenz-Ludlow, 2016a; 2016b; Tafarelo & Bonano, 2016). En cierto sentido, esta solución también puede aplicarse en el enfrentamiento a los problemas que exigen mayor pensamiento vertical como en la sustracción, adición o multiplicación (Mattera & Morris, 2017; Tafarelo & Bonano, 2016). Una representación eficiente de las cantidades en la etapa básica de educación, fortalece otros procesos superiores del conocimiento (Calsa y Furtuoso, 2015; Gallardo et al., 2017; Sáenz-Ludlow, 2016a). Por otro lado, otros estudios sugieren desarrollar didácticas basadas en el uso del juego para superar eventualidades semejantes (Rojas, 2014; Sáenz-Ludlow, 2016b).

a. Gamificación: experiencia cognitiva y emocional

Los procesos de gamificación aportan en el desarrollo de diversas habilidades cognitivas (Huang et al., 2008; Martínez et al., 2020; Martins & Giraffa, 2016; Scolari et al., 2018; Scolari, 2016; Teixes, 2014), en tanto que el tipo de gamificación formal incrementa la utilidad de la información previa y nueva en los intercambios que realiza el docente con el alumno (Andriani et al., 2019; Di Giacomo et al., 2017; Holguin et al., 2020; Holguin-Alvarez et al., 2020; Huang et al., 2008; Martínez et al., 2020). Por otro lado, las competencias procedimentales también reciben estos efectos cuando los entornos que incluyen el uso de estos medios se flexibilizan (Martins & Giraffa, 2016; Scolari et al., 2018; Scolari, 2016), ajustando los comportamiento sociable con la cooperación y la competencia en el juego. El uso de videojuegos ha posibilitado esta experiencia en contextos de escolaridad y de educación superior.

Las evidencias basadas en Chaiyo & Nokham (2017), Kalogiannakis et al. (2021); Kapp et al. (2019), y Toda et al. (2019a), refieren y convergen en que, a través de las competencias digitales que establece la inclusión de videojuegos en clase se promueve el progreso de la educación cognitiva con apoyo en la educación lúdica. En este sentido, se ha encontrado que uno de los problemas más urgentes en la formación educativa se centra en la falta de los andamiajes o apoyo de los docentes para incrementar el procesamiento cognitivo por competencias (Chaiyo & Nokham, 2017; Christensen et al., 2019; Gokbulut, 2020; Kalogiannakis et al., 2021; Kapp et al., 2019; Martínez et al., 2020). Es así que, en las matemáticas complejas, cada vez se vuelve más urgente la necesidad de postular pedagogías gamificadas más flexibles para las matemáticas. Muchos de los factores en este tipo de aprendizaje emergen en las áreas de tipo emocional y actitudinal como en la ansiedad, la disrupción académica, el rechazo hacia las diferencias cognitivas, la falta de comunicación; así también, en la poca participación ante las matemáticas cada vez más complejas para los alumnos.

La gamificación se conceptualiza como el acto estratégico para utilizar los escenarios y objetos disruptivos de los juegos [virtuales o no virtuales] para aplicarlos en los escenarios de aprendizaje. El proceso tiene la finalidad de estimular la aprehensión de los conocimientos con motivaciones o premios para el alumnado que lo vivencia (Li et al., 2013; Scolari et al., 2018; Scolari, 2016; Toda et al., 2019a; Toda et al., 2019b; Wang, 2020). En este sentido, el reconocimiento que se hace desde el moderador, resulta como reforzamiento positivo que construye aprendizajes colaborativos o individuales en el grupo de estudiantes (Andriani et al. 2018; Baydas & Cicek, 2019; Cabero-Almenara, 2020; Holguin et al., 2020). En muchos casos se ha considerado a la competencia como una dimensión que determina el aprendizaje basado en gamificación, ya que la cooperación mutua permite desarrollar competencias para la obtención de recompensas, es decir, es retribuible entre pares (Kalogiannakis et al., 2021; Li et al., 2013; Wang, 2020). Cabe distinguir entre dos especies de educación basada en gamificación: (a) gamificación tecnológica, (b) ludificación. En la primera, se utilizan elementos virtuales para desarrollar competencias con el uso de elementos tecnológicos diversos [videojuegos, juegos de pc, juegos con móvil, juegos con plataformas virtuales...]. A diferencia de la segunda, en la que se pueden intervenir a grupos escolares al utilizar elementos

gráficos y escenarios de los juegos aplicados a la vida real, por lo que, los sujetos participantes imitan los contenidos de los videojuegos o juegos virtuales mediante un aprendizaje escénico, y este implica aprendizajes más atractivos y significativos.

Es importante añadir que, las evidencias actuales reportan evidencias de los efectos de la combinación de estos dos tipos de didácticas, con el fin de conseguir mejor promedio en el rendimiento, así como mejor ratio de participación de los alumnos, por ende, su crecimiento actitudinal puede tornarse cada vez más positivo. En este estudio consideramos la combinación de la gamificación formal (con uso de plataformas) y la gamificación informal (uso de videojuegos), en virtud de las evidencias que desarrollan mejor procesamiento mental y favorecen las operaciones cognitivas (Gaser-Optiz & Budajová, 2016; Hervás et al., 2018; Li et al., 2013; Scolari et al., 2018; Toda et al., 2019b). La implicancia de estos dos tipos de gamificación ha desenvuelto la investigación tanto, en la técnica del profesorado, como en el rendimiento del alumnado, ya que los desafíos motivacionales de estos dos tipos de experiencia provocan mayor motivación mediante los retos y desafíos que desarrollan ambos entornos en ambos sujetos (Baldeón et al., 2020; Martynuik, 2018; Mora et al., 2017; Oliveira et al., 2020; Scolari, 2016; Torres et al., 2019; Zimmerling et al. 2019). Los estudios centrados en la afectividad reflejada en el uso de gamificadores en educación, han verificado emociones más positivas hacia el aprendizaje (Andriani et al. 2018; Cabero-Almenara, 2020; Cruz-Pichardo & Dalsgaard et al., 2020; Establés et al., 2019; Kapp, 2021; McGonigal, 2011; Salen & Zimmerman, 2012; Scolari, 2013; Weidlich & Bastiaens, 2019; Zimmerling et al., 2019), ya que los efectos del aprendizaje motivacional también estimulan las variables de amistad y compañerismo en competitividad (Baydas & Cicek, 2019; Cornellá & Estebanell 2018; Holguin et al., 2020; Scolari et al., 2018; Scolari, 2013). Esto se puede extrapolar hacia otras experiencias masificadoras (Christensen et al., 2020; Gokbulut, 2020; Loganathan et al., 2019; Wang, 2020).

b. Demanda cognitiva en matemática

Ante estas evidencias es necesario aceptar que la mediación con gamificadores formales e informales aportan en el razonamiento y la resolución de problemas en clase (Fanari et al., 2017; Kalogiannakis et al., 2017; Meloni et al., 2017). El estudio se basa en un diseño experimental trabajando estímulos pedagógicos que buscan combinar los efectos del uso de plataformas lúdicas de aprendizaje y la implicación de videojuegos mediante una experiencia de tipo M-E-D [Motivación, ejercitación, distracción].

En el aspecto motivacional, se buscan formular mejores intercambios semióticos verbales, ya que se considera que dicho intercambio produce mejor resultado en el logro de la numeración de cantidades, en el planteamiento ordinal, y en la cardinalidad (Calsa y Furtuoso, 2015; Gusmão, 2016; Sáenz-Ludlow, 2016a; 2016b; Tafarelo & Bonano, 2016), y mejor establecimiento de la argumentación del docente en conversación con los estudiantes (Calsa y Furtuoso, 2015; Mattera & Morris, 2017; Sáenz-Ludlow, 2016a). El apoyo de las herramientas de gamificación producirían más oportunidades para establecer las fases M, y así mediar la fase E, tratando de aminorar el uso de la memoria operativa en clase. La distracción plantea un efecto disipador de la memoria en el procesamiento matemático de las operaciones o de los problemas propuestos. Se plantea la disminución de la carga cognitiva cuando los estudiantes utilicen determinados conocimientos previos ante diversos niveles de demanda cognitiva (Caviedes-Barrera et al., 2019; Stein et al., 2009), para lograr incrementar el uso de sus nuevos saberes, mediante el planteamiento creativo de soluciones en tareas matemáticas específicas (Canet-Juric et al., 2016; Suh & Seshaiyer, 2015). Consideramos que las siguientes características de aprendizaje son dignas de ser estudiadas en una población escolar, ante las falencias encontradas actualmente en la educación virtual, en razón de autores que las investigaron en contextos educativos estándar (Baldeón et al., 2020;

Mwadzaangati, 2019; Ni et al., 2014; Ni et al., 2018): (a) resolución activa, (b) uso de la información representacional básica, (c) fluidez de procesamiento complejo, (d) monitoreo y reflexión cognitiva, (e) comprobación de soluciones.

c. Objetivos e hipótesis de investigación

De acuerdo al proceso hermenéutico de revisión de la literatura y los hallazgos más determinantes en la proposición del estudio, la investigación plantea determinar los efectos del uso de gamificación mixta, basada en el uso de plataformas educativas lúdicas y de videojuegos en el rendimiento matemático; y en determinados niveles de demanda cognitiva.

Por esta razón la hipótesis busca comprobar si los efectos del uso de la gamificación mixta como un método combinatorio didáctico [uso de videojuegos y de plataformas virtuales] llegan a obtener diferencias positivas respecto a los efectos que causa el uso único y disruptivo de los videojuegos como una tipología de gamificación individual, sobre el rendimiento matemático de los niños de nivel intermedio primaria. Todo ello, considerando la evaluación mediante la medición de la demanda cognitiva como discriminador de tales efectos.

II. Metodología

La investigación se ejecutó con la estructura de un diseño experimental, con mediciones pretest y postest, a nivel explicativo. Se implicaron dos variables: gamificación formal (uso de plataformas) y gamificación informal (uso de videojuegos) como parte de una variable independiente, cuyos efectos recayeron sobre otra de tipo dependiente (demanda cognitiva matemática). En este sentido, se organizaron dos grupos de comparación de tipo experimental y control.

a. Sujetos

Se analizó el rendimiento de la demanda cognitiva en matemáticas, específicamente en las áreas de resolución de problemas y razonamiento matemático desde los efectos de gamificación mixta. Participaron 300 alumnos de tercer y cuarto grado de escolaridad básica ($X = 9.1$ años; $DE = 0.7$). La distribución de los alumnos fue equitativa en los grupos de comparación ($GE_{(n)} = 150$; $GC_{(n)} = 150$), es así que, la muestra se conformó en su mayoría por el género masculino (56 %). Durante la ejecución de la investigación todos provenían de los distritos costeros de Lima. Se consideraron las características socio-demográficas con fines de aleatorización: (a) Delincuencia barrial, (b) Pobreza alimentaria, (c) Pobreza media (valor medio), (d) Tutela no familiar. La selección se realizó de un total de once escuelas de la capital.

Se incluyeron a otros estudiantes como medida de complementación, en razón del rechazo de algunos padres de familia sobre la participación de sus hijos. Cada sujeto fue incluido mediante el procedimiento: consentimiento informado.

b. Instrumentos y procedimiento

La medición de la variable demanda cognitiva matemática implicó el uso de dos instrumentos de investigación. Extendimos la Prueba de Demanda cognitiva aritmética de Baldeón et al. (2020). Este procedimiento permitió adaptar 16 ítems de la versión original, se agregaron 20 a esta versión bajo un procedimiento de adaptación metodológica. El total fue de 36 problemas de las áreas de resolución aritmética y razonamiento. Clasificamos los ejercicios en componentes de memorización,

procedimientos no conectivos, procedimientos conectivos, y alta demanda; las preguntas se agruparon en tres dimensiones (tabla 1): (a) Baja demanda (cognición operacional), (b) Demanda no conectiva (cognición vertical), (c) Demanda conectiva (cognición reflexiva). Lo realizado permitió evaluar niveles de logro en los estudiantes de III ciclo de educación primaria (tercer y cuarto grado), desde este proceso se incluyeron operaciones memorísticas, las de tipo no conectivas, determinando aquellas tareas que incluían el conocimiento reproducible, así como el de tipo no reproducible.

Tipos	Niveles de logro	Ejemplificación
Baja demanda	Cognición operacional	<p>Problema 2: $20 + 10 - 3 = \dots$ (Indicador: adición mental algorítmica)</p> <p>Problema 4: En un parque, Luis ha contado 30 árboles, en el camino va encontrando 3, y luego 2 más... Entonces, el encontró... (Indicador: Adición mental con razonamiento algorítmico)</p>
Demanda no conectiva	Cognición vertical	<p>Problema 6: ¿Con qué números sumados o restados se podría obtener como resultado el número 70? a)____, b)____. (Indicador: Utiliza saberes previos matemáticos para razonamiento no continuo)</p> <p>Problema 14: Si Juan ha desayunado 2 latas de atún por tres días consecutivos, entonces necesitará más latas para desayunar los días restantes, siendo en total... (Indicador: Utiliza saberes previos matemáticos para razonamiento sostenido)</p>
Demanda conectiva	Cognición reflexiva	<p>Problema 22: Existen dos grupos de personas encerradas en una iglesia. Solo hay una puerta para salir, pero no pueden toparse entre sí, pues la mitad de ellos son sordos quienes están infectados de un virus muy contagioso; y la otra mitad son ciegos pero están sanos: ¿qué harás?, luego de resolverlo, debes proponer otra forma, otra solución... (Indicador: Aplica saberes previos y creatividad en su razonamiento)</p> <p>Problema 31: Hay tres grupos de personas: Deportistas = uuu Alcoholicos = xxxxxxxxxx Médicos = xx Enfermeros = o Centro de rehabilitación física y psicológica = 1.</p> <p>Ahora... Elabora un problema a partir de estos datos. (Indicador: Aplica creatividad en su razonamiento y la proposición de problemas)</p>

Tabla 1. Tipos, niveles de logro en el rendimiento de la demanda cognitiva matemática.
Fuente: Adaptaciones del instrumento de Baldeón et al. (2020).

En cuanto a los problemas conectivos, estos se reflejaron en la dimensión de demanda no conectiva o con desarrollo operacional de conexión vertical, siendo estos los niveles para demostrar soluciones basadas en la conexión de saberes previos, la relación de información sin utilizar procedimientos de comprobación, por lo tanto, los consideramos como cognición vertical. En

cambio, la cognición reflexiva se estableció en los niveles de alta demanda cognitiva en los ítems de tipo (c) (demanda conectiva). Estos fueron los que concedieron la elaboración de comprobaciones y la supervisión automática de los ejercicios desarrollados, es decir, permitieron demostrar la capacidad reflexiva sobre lo desarrollado. Se realizó un proceso de análisis test-subtest para comprobar el análisis de consistencia interna (tabla 2).

Componente	Fiabilidad (α)	Correlación: TDC	
		Pretest	Postest
TDC ¹	.941		
Baja demanda	.903	,881 *	,970 *
Demanda no conectiva	.891	,791 **	,901 *
Demanda conectiva	.921	,891 *	,911 *

Tabla 2. Datos de fiabilidad resultantes del plan piloto en el cuestionario resultante.

Nota. TDC (Total de Demanda Cognitiva); * $p < .001$; ** $p < .005$.

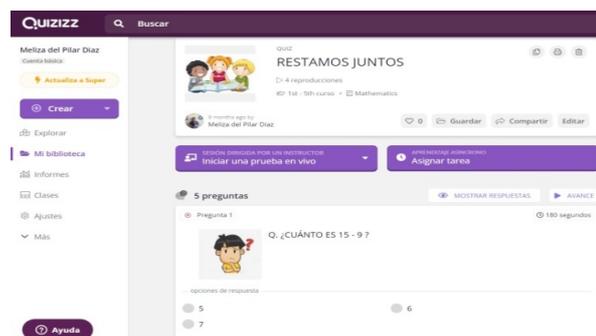
Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas de la versión preliminar fueron: de 1(inicio), 2(proceso), 3(logro). Sin embargo, de acuerdo a las respuestas obtenidas en la resolución de los problemas, y la claridad de algunas respuestas operacionales o procedimentales, fue necesario establecer para la versión final puntajes de: 0 = desacierto, 1 = acierto mínimo), 2 = acierto moderado, y, 3 = acierto con alto nivel de logro; esto con el fin de medir con mayor eficacia los valores de ejecución en cada grupo de escolares.

En cuanto al procedimiento, luego de obtener el consentimiento informado de los padres de familia, se aplicaron los instrumentos en los grupos de comparación. En el grupo experimental se aplicaron sesiones de aprendizaje gamificadas con plataformas a las que denominamos formales: *Kahoot!*, *Mentimeter*, *Mural.ly*, *Google Jamboard* (figura 2). De igual modo, se utilizaron videojuegos como medios de gamificación informal. De antemano, se solicitó una lista de videojuegos que los estudiantes deseaban jugar o habían jugado en alguna oportunidad en los últimos dos años.



(a)



(b)

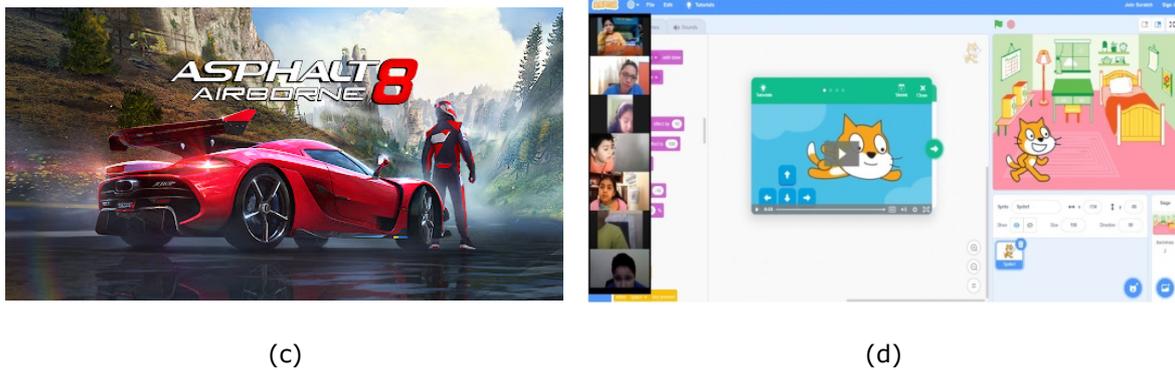


Figura. 2. Participación estudiantil con los medios gamificadores formales basados en herramientas virtuales: (a) Propiedades de la multiplicación en el proceso de inicio: *Kahoot!*, (b) Actividades recreativas de grupo en Google Jamboard. También se describen la implicación de alumnos con recursos de gamificación informal: (c) Portada del videojuego Asphalt 8 Airborne, (d) Recreación grupal con Scratch. Nota: Se ejemplifican solo algunas acciones por razones de espacio.

El tratamiento basado en gamificación se aplicó mediante un programa de 90 sesiones de aprendizaje, cada actividad duró 30 minutos. Se aplicaron durante seis meses del año lectivo 2021, desde mediados de julio hasta diciembre, lo cual motivó a una extensión de hasta 15 días más del año 2022 para la culminación de algunas sesiones postergadas, así como la evaluación final o de cierre del experiment. Todas las actividades se realizaron en los dos grupos de comparación donde debían recibir el tratamiento. El ingreso a cada clase se realizó por las plataformas Zoom y Meet. Cada actividad se compuso por fases educativas de 10 minutos de duración por cada una: (a) Motivacional, (b) Ejercitación, (c) Distractora. Las actividades se desarrollaron por niveles que se graduaron de un nivel fácil a otro de tipo difícil, Las primeras 30 clases permitieron el desarrollo de problemas matemáticos y del razonamiento.

Las 60 sesiones aplicadas posteriormente, permitieron establecer niveles de complejidad más altos de forma progresiva. Respecto a la fase distractora, en esta se trató de flexibilizar el uso de videojuegos integrando puntuaciones, insignias, obtención de medallas y bonos extra. Al finalizar la sesión número 60, se intercambiaron los gamificadores de tipo (a) y (c). Esto implicó que para la motivación cada actividad se iniciase con 10 minutos para utilizar los videojuegos, 10 para la ejercitación operacional, y 10 adicionales para el uso de las plataformas virtuales usuales (gamificadores formales). Este proceso se realizó con el fin de evitar variables como estrés hacia el modelo estructural de la sesión, y rechazo por el uso repetido de gamificadores. Los alumnos con poco interés en la repetición del uso de gamificadores formales, realizaron más actividades operacionales para ejercitar su práctica matemática, estos fueron 10 integrantes de esta muestra. Del total de participantes, diez sujetos sufrieron rechazo los gamificadores en esta etapa, no obstante, esta dificultad se abordó con la aplicación de un número mayor de actividades académicas.

En el grupo control no se aplicaron programas con condición reforzante en los individuos que lo integraban. No obstante, si recibieron los instrumentos como un acompañante de las evaluaciones respectivas durante los meses en que interactuaron con los docentes de sus escuelas.

III. Resultados

Los datos preliminares respecto a la calificación general y por cada dimensión reportaron rangos de 36 a 108 en la calificación general de la prueba. Se trabajó con los puntajes obtenidos en el total de la muestra en sus puntajes mínimos y máximos alcanzados por ambos grupos de comparación: LCD (10-30), NCD (10-30), CD (16-48). Esto se consideró debido a tres características de la muestra: (a) rendimiento académico debajo de la media nacional, (b) pertenecer a un contexto vulnerable con necesidades económicas y problemas sociales, (c) búsqueda del conocimiento básico (nivel básico) y avanzado (alto nivel) en el rendimiento ante la demanda cognitiva matemática.

En el análisis comparativo inicial (medición pretest), los niños de tercer y cuarto grado de primaria presentaron diferencias en la demanda cognitiva matemática, siendo ligeramente mayor para el grupo experimental ($M_{(GE)} = 51,42$; $DE = 6,812$; $M_{(GC)} = 50,49$; $DE = 6,121$); aunque estas puntuaciones no fueron significativas ($t_{-pretest(221)} = -0,790$; $dif. = -0,910$; $p > .01$), lo cual demostró medidas estables entre ambos grupos a nivel estadístico. De igual modo, los cuartiles encontrados en la figura 4 en ambos grupos concuerdan con dichos índices calculados. Una vez desarrollado el método de gamificación mixta (plataformas de gamificación formal y videojuegos) durante seis meses en el grupo experimental, se obtuvieron medidas postest con diferencias más notorias, obtenidas en su puntuación promedio ($M_{(GE)} = 79,07$; $DE = 7,351$; $M_{(GC)} = 55,46$; $DE = 8,110$). La comparación de los promedios independientes reportó evidencias que sustentan el cambio en el grupo experimental ($t_{-pretest(198)} = -15,669$; $dif. = -20,617$; $p < .01$).

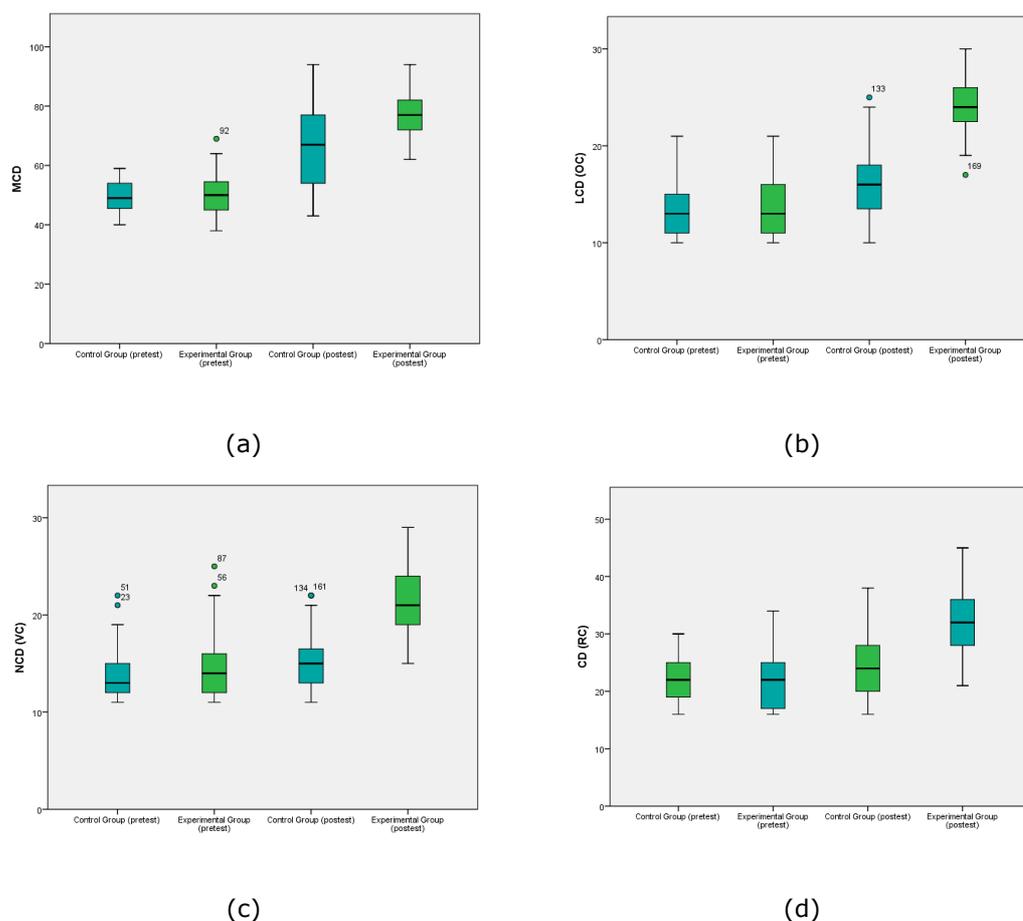


Figura. 3. Medidas pretest y postest en la demanda cognitiva matemática (a), y en sus dimensiones: (b) Baja demanda conectiva (LCD); (c) Demanda no conectiva (NCD); (d) Demanda conectiva (CD).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 también se pueden observar las medidas relativas respecto a las dimensiones baja demanda cognitiva (LCD), demanda no conectiva (NCD), y demanda conectiva (CD); de las cuales, en la medición pretest se pueden aducir diferencias con puntuaciones favorables para el grupo experimental en cada caso (M-LCD_(GE) = 13,60; DE = 2,991; M-NCD_(GE) = 14,67; DE = 3,277; M-CD_(GE) = 22,13; DE = 4,89), las cuales no fueron significativas (t -pretest LCD₍₁₀₁₎ = -0,255; dif._(LCD) = -0,145; t -pretest NCD₍₁₀₈₎ = -1,159; dif._(NCD) = -0,636; t -pretest CD₍₁₉₈₎ = -0,148; dif._(CD) = -0,127; $p > .01$). Luego de realizar las comparaciones posttest, los datos indicaron mejores valores en el promedio obtenido en el grupo experimental por cada dimensión, así también se indica mejor diferencia en los puntajes respectivos a la dimensión demanda cognitiva (M-LCD_(EG) = 23,91; DE = 2,89; M-NCD_(GE) = 21,31; DE = 3,858; M-CD_(GE) = 31,85; DE = 5,71), a comparación del grupo control (M-LCD_(GC) = 16,15; SD = 3,71; M-NCD_(GC) = 15,27; DE = 3,02; M-CD_(GC) = 24,04; DE = 5,08). Los índices de comparación referidos a esta fase presentaron evidencias significativas que corroboraron el cambio en el contraste de igualdad de promedios (t -posttest LCD₍₂₉₉₎ = -12,217; dif._(LCD) = -7,764; t -posttest NCD₍₂₉₇₎ = -9,12; dif._(NCD) = -6,036; t -posttest CD₍₂₉₇₎ = -7,57; dif._(CD) = -8,91; $p < .01$). Estas medidas han representado mejores puntajes obtenidos por el grupo de sujetos que participaron con gamificadores formales (plataformas lúdicas) e informales (videojuegos). No obstante, es necesario notar que el grupo control también presentó medidas iniciales de menor nivel en el rendimiento en la demanda cognitiva, aunque fueran mayores los puntajes del grupo experimental.

Luego de haber recibido los efectos de la gamificación, se decidió analizar de forma más específica estos efectos mediante un análisis comparativo de macroindicadores que reúnen el rendimiento por cada grupo de ítems planteados. En la tabla 3 se establecen los pertenecientes a la dimensión estudiada: (a) Adición mental algorítmica [AMA], (b) Adición mental y razonamiento [AMR], (c) Cognición con razonamiento continuo [CRD], (d) Cognición con razonamiento sostenido [CRS], (e) Operaciones y cuestionamiento [OC], (f) Creatividad en el uso de saberes [CUSS], (g) Aplica reflexión en la creación de problemas [ARCP]. Las puntuaciones pretest de cada indicador presentaron homogeneidad o igualdad estadística. Las diferencias se remarcaron en los puntajes obtenidos en la medición posttest sobre los indicadores de la baja demanda cognitiva: adición mental algorítmica (t -AMA₍₂₉₈₎ = -5,21; dif._(AMA) = -3,87; $p < .01$), en adición mental y razonamiento (t -AMR₍₂₇₈₎ = -6,02; dif._(AMR) = -4,89; $p < .01$).

Indicadores	Medidas / Grupo	Pretest		Posttest	
		Control	Experimental	Control	Experimental
AMA	M	7,44	6,91	8,03	12,01
	DE	1,260	1,770	1,686	1,013
AMR	M	8,02	7,80	9,10	13,04
	DE	2,101	2,122	2,702	1,651
CRD	M	7,20	7,59	8,91	11,06
	DE	1,561	2,201	1,845	2,333
CRS	M	7,80	8,01	9,85	11,33
	DE	1,395	1,756	2,011	2,023
OC	M	7,16	6,97	7,65	9,31

OC	DE	2,155	2,281	2,352	2,212
	M	5,76	5,82	6,98	8,01
CUSS	DE	2,211	2,270	2,344	2,178
	M	10,09	10,33	11,97	16,61
ARCP	DE	2,279	2,554	2,744	4,130

Tabla 3. Indicadores del rendimiento en la demanda cognitiva, mediciones y grupos de comparación.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se hallaron valores significativos relativos a los indicadores de la dimensión demanda no conectiva, en el nivel de logro de cognición vertical en: cognición con razonamiento discontinuo ($t\text{-CRD}_{(203)} = -4,05$; $\text{dif.}_{(CRD)} = -3,45$; $p < .01$), cognición con razonamiento sostenido ($t\text{-CRS}_{(205)} = -5,06$; $\text{dif.}_{(CRS)} = -2,88$; $p < .01$).

La tabla 3 registra los datos obtenidos en la dimensión demanda conectiva por cada indicador de logro (OC, CUSS, ARCP). Los valores posttest se detallan en los indicadores: operaciones y cuestionamiento ($t\text{-OC}_{(287)} = -4,39$; $\text{dif.}_{(OC)} = -1,66$; $p < .01$), creatividad en el uso de saberes ($t\text{-CUSS}_{(291)} = -3,96$; $\text{dif.}_{(CUKS)} = -1,03$; $p < .01$); y en el indicador, aplica reflexión en la creación de problemas ($t\text{-ARCP}_{(278)} = -7,30$; $\text{dif.}_{(ARCP)} = -4,64$; $p < .01$). A su vez, se denotaron mayores diferencias en el indicador de ARCP, y se evidencian mejoras en los indicadores restantes.

IV. Discusión y conclusiones

De acuerdo a lo planteado inicialmente, los valores comparados entre grupos en la preprueba presentaron homogeneidad, la diferencia se ha demostrado en los puntajes obtenidos en la posprueba. Los participantes del grupo experimental demostraron mejores indicadores para lograr adiciones basadas en el razonamiento, aunque realizadas de forma mental, y el planteamiento de operaciones de forma más eficiente, así como la resolución eficiente de problemas.

El establecimiento de gamificadores bajo el modelo de fase pedagógica M-E-D [Motivación, ejercitación, distracción], invitó a los docentes a cambiar la estructura de las sesiones de enseñanza que aplicaban D-C-C-E [Dinámica, Recojo de saberes, Construcción, Evaluación], para hacer más lúdica la clase, pero más corta en ejecución. Los juegos [plataformas o videojuegos] permitieron hacer disrupción en posibles efectos contrarios como la ralentización en la participación y la ejecución de tareas de grupo, algunas evidencias ya han demostrado que los juegos disminuyen este efectos en el trabajo efectivo (Gokbulut, 2020; Kalogiannakis et al., 2021; Toda et al., 2019a). Esto se buscó al comparar otros informes que remiten que los problemas en el alumnado persisten, esencialmente, cuando el rendimiento es nulo o bajo, por lo que aumentan las puntuaciones cuando se estimulan a otras variables como la cooperación y la colaboración (Gokbulut, 2020; Kalogiannakis et al., 2021; Martínez et al., 2020; Teixes 2014; Toda et al., 2019a; Zumbach et al., 2019). El aprendizaje gamificado permitió captar mayor información matemática como parte de la demanda conectiva.

En la muestra experimental se evidenció la dificultad para lograr trabajar de forma más mecánica o vertical en el aula que de forma más práctica y auto evaluativa. Los efectos de la gamificación mixta permitieron superar los problemas de enseñanza en los profesores cuando abordan la simbolización matemática (Calsa y Furtuoso, 2015; D'Amore et al., 2015; Duval, 2016; Radford, 2006; Sáenz-Ludlow, 2016a). Con el aprendizaje se ha notado la mejoría en el uso de recursos

bajo las influencias distractoras (D) (las cuales también se pueden considerar como una fase de aprendizaje), estas despejaron la recarga de la memoria operativa. Es decir, ya no se preocupaban por lograr la conciencia numérica, procesando el contenido gráfico simbólico en cantidades, sino más bien en su creatividad al buscar soluciones múltiples. Ello se relaciona a las evidencias encontradas en alumnos con dificultades para realizar intercambios semióticos en la adición y la transposición numérica de cantidades (Gusmão, 2016; Rojas, 2014; Sáenz-Ludlow, 2016b; Tafarelo & Bonano, 2016), puesto que los niños aprenden tanto a transformar los objetos en cantidades (D'Amore et al., 2015; Fanari et al., 2017; Meloni et al., 2017; Radford, 2006; Tafarelo & Bonano, 2016), así como a hacer intercambios directos con mayor fluidez.

En cambio, las diferencias encontradas en la demanda conectiva han sido menos potentes en el rendimiento gamificado de la demanda cognitiva, a razón de del uso de los saberes previos y procedimientos creativos. A la luz de los reportes obtenidos, se podría concluir que los niños implicados en el grupo experimental desarrollaron mejores habilidades para ser matemáticamente reflexivos.

La flexibilidad en la inclusión de herramientas para la gamificación informal, atenuó los factores emergentes en el aprendizaje como el aburrimiento, la soledad, la inhibición y el retardo en la entrega de tareas como se evidenció en otros estudios (Baldeón et al., 2020; Kell, 2018; King & Markant, 2020; Ni et al., 2018; Young-Suk, 2016): a mayor aburrimiento ante las operaciones realizadas, mejor usabilidad de los juegos informales. En este sentido, la interacción entre el uso de plataformas de gamificación formal e informal estableció el planteamiento de modelos pedagógicos interactivos del juego.

Las limitaciones del estudio sobre la gamificación mixta para el rendimiento en demanda cognitiva, invita a ampliar el estudio con la inclusión de sujetos con talento cognitivo, siendo esto providencial para ejecutar otros experimentos basados en gamificación, y así demostrar si la permutación de las plataformas virtuales lúdicas con videojuegos provoca mejor rendimiento matemático. Habría que recordar las necesidades contextuales de los dos grupos de este estudio, ya que estas marcaron mucho más bajo nivel en el total de puntajes. Los rangos de puntuación obtenidos en los indicadores de baja demanda, demanda no conectiva y demanda conectiva son señales de que las características económicas como sociales son efectos indirectos en los alumnos que asisten a escuelas que demandan retención del conocimiento, sin integrar la enseñanza lúdica con tecnologías desde el currículo.

Por otras razones, el paradigma de regeneración de estrategias del profesorado aún está vigente en el plano de enseñanza virtual, considerando los problemas que D'Amore & Fandiño (2013), Rico (2015), y Lupiáñez & Rico (2015), planteaban en cuanto a la didáctica de la matemática. La reflexión y la capacidad del pensamiento analítico pueden aportar en el desarrollo de operaciones complejas con distintos planteamientos de solución en un grupo escolar determinado. Gamificar aprendizajes complejos nos lleva a la postulación hipotética de que la demanda cognitiva matemática es la evidencia de que la gamificación es un proceso mediático motivacional, el cual puede terminar siendo un obstáculo para abordar aprendizajes transversales en cierta etapa no madurativa de la cognición del ser humano; así como un progenitor de aprendizajes complejos en otras etapas.

V. Limitaciones y recomendaciones

En razón de lo encontrado, las limitaciones metodológicas se enmarcaron en la falta de un instrumento estandarizado para medir la demanda cognitiva de los estudiantes en matemáticas con determinado poder de discriminación de la demanda cognitiva. Ello sería crucial para lograr

medir de forma más específica los indicadores de cada dimensión matemática, ya que los investigadores y educadores por lo común, utilizan evaluaciones que categorizan el rendimiento o los cuartiles del aprendizaje matemático, sin analizar los procedimientos de los alumnos. Aquí se tuvo que adecuar un instrumento para llegar a reportar los resultados bajo el marco conceptual previo.

Ante esto, recae la importancia de validar de forma psicométrica instrumentos que evalúen la demanda matemática por cada nivel de rendimiento, para valorar las dimensiones de este estudio, añadiendo la dimensión de alta demanda cognitiva, la cual fue compleja para su evaluación en este tipo de estudiantes con marcadas características biológicas, personales y sociales.

Finalmente, se recomienda trabajar con gamificadores basados orientados al desarrollo de la inteligencia emocional ante el desarrollo de tareas matemáticas, puesto que aquí el experimento de la investigación se limitó a adquirir métricas estadísticas. Hoy en día se busca evaluar el componente actitudinal, así como el emocional en el desarrollo de las matemáticas, siendo un componente separado del rendimiento. Esta sugerencia queda como un peldaño más para otros estudios que busquen analizar la demanda cognitiva en las matemáticas desde el uso de gamificadores u otros motivadores digitales.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a Meliza Diaz-Riva por su contribución profesional a la galería fotográfica de la investigación.

Referencias

- Andriani, A., Dewi, I., & Sagala, P.N. (2019). Development of blended learning media using the mentimeter application to improve mathematics creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012112>
- Baldeón-de la Cruz, M.D., Holguin-Alvarez, J.A., & Villa-Córdova, G.M. (2020). Provocation by Challenges: Optimizing Experience of Addressing Mathematical Tasks With High Cognitive Demand. *Educare*, 24(3), 1-20. <https://doi.org/10.15359/ree.24-3.9>
- Baydas, O. & Cicek, M. (2019). The examination of the gamification process in undergraduate education: a scale development study. *Technology, Pedagogy and Education*, 8(3), 269-285. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1580609>
- Calsa, G.C. & Furtuoso, P. (2015). Estudo sobre a prática de alfabetização matemática de professoras da educação infantil, *Revista Educação e Linguagens, Campo Mourão*, 4(6), 124-141. <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/educacaoelinguagens/article/view/804>
- Canet-Juric, L., Introzzi, I., Andrés, M. L., & Stelzer, F. (2016). The contribution of Executive Functions to Self-regulation. *Cuadernos de Neuropsicología, Panamerican Journal of Neuropsychology*, 10(2), 106-128. <http://www.cnps.cl/index.php/cnps/article/view/238/253>
- Caviedes-Barreda, S., de Gamboa-Rojas, G., & Badillo-Jiménez, E. (2019). Mathematical connections established by pre-service teachers when solving measurement and comparison tasks of area. *Praxis*, 15(1), 69-87. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.2984>
- Chaiyo, Y., & Nokham, R. (2017). The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system. In *Proceedings of the International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), Digital Economy for Sustainable Growth, Curran Associates, United States of America*, 1-4 March 2017 <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2017.7904957>
- Christensen, T.B., Halshov, K., & Kolkmoose, C. (2019). Chapter 1 - The properties of sticky notes for collaborative creativity: An introduction. In *Sticky Creativity*. Christensen, B. Halshov, K. & Kolkmoose,

- C. Elsevier Inc.: United States of America (p. 1-16). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816566-9.00001-X>
- Cornellá, P., & Estebanell, M. (2018). GaMoodlification: Moodle at the service of the gamification of learning. *Campus Virtuales*, 78(2), 9-25. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/component/content/article.html?id=210>
- Cruz-Pichardo, I., & Cabero-Almenara, J. (2020). Una experiencia gamificada en el aprendizaje de los triángulos en geometría: grado de aceptación de la tecnología. *Revista Prisma Social*, 30, 65-87. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3744>
- Dalsgaard, P., Halshov, K., & Nylandsted, C. (2019). Chapter 7 - A study of a digital sticky note design environment. In B., Christensen, K., Halshov, & C.Kolkmoose, *Sticky Creativity (p.155-174)* Elsevier Inc.<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816566-9.00007-0>
- D'Amore, B., Díaz, J., & Fandiño, M.I. (2015). *Competencias y matemática*, 3rd ed.; Magisterio.
- D'Amore, B., & 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. <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/damore/807%20DAmore%20Fandino%20Pinilla.pdf>
- Di Giacomo, D., Ranieri, J., & Lacasa, P. (2017). Digital Learning As Enhanced Learning Processing? Cognitive Evidence for New insight of Smart Learning. *Frontiers in Psychology*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01329>
- Duval, R. (2016). Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. In R., Duval & A. Sáenz-Ludlow, *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas (p.61-94)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Establés, M.J., Guerrero-Pico, M., & Contreras-Espinosa, R.S. (2019). Gamers, writers and social media influencers: professionalisation processes among teenagers. *Revista Latina de Comunicación Social*, 74, 214-236. <http://dx.doi.org/10.4185/RLCS-2019-1328en>
- Fanari, R., Meloni C., & Massidda, D. (2017). Early numerical competence and number line task performance in kindergarteners, In *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2017)*, International Association for Development of the Information Society (IADIS), University of Cagliari, Italy, Oct 18-20. <https://eric.ed.gov/?q=Learning+the+numerical+count+in+children+&pg=6&id=ED579448>
- Fernández-Arias, P., Ordóñez-Olmedo, E., Vergara-Rodríguez, D., & Gómez-Vallecillo, A.I. (2020). Gamification as a Technique for Acquiring Social Skills. *Revista Prisma Social*, 31, 388-409. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3698>
- Gallardo, A., Mejía, J.L., & Saavedra, G.A. (2017). Intertextuality about Negative Numbers in Elementary School's Children: An Historical Approach, *Educación Matemática*, 29(2), 69 – 98. <https://doi.org/10.24844/EM2902.03>
- Glaser-Opitz, H., & Budajová, K. (2016). THE MATH – open source application for easier, *Acta didactica Napocensia*, 9(1), 45 – 50. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1103424>
- Gokbulut, B. (2020). The effect of Mentimeter and Kahoot applications on university students' e-learning. *World Journal on Educational Technology*, 12(2), 107-116. <https://doi.org/10.18844/wjet.v12i2.4814>
- Gusmão, H.P. (2016). Análise das eleições e decisões dos estudantes quando enfrentam situações-problema de matemática: uma contribuição desde a didática fundamental da matemática (Tesis doctoral). Santiago de Compostela, España: Universidad de Santiago de Compostela. <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/13972>
- Hervás, C., Ballesteros, C., & Corujo, M. del C. (2018). Robotics and curriculum: experimenting with new methodological and didactic strategies for their curricular integration, In *Hispano-Ecuadorian investigative and innovative experiences*; Compte, M.; López, E.; Morales, M. & Martín. A., AFOE, Ecuador-España, pp. 73-93.
- Higgins, K., Crawford, L., Huscroft, J., & Horney, M. (2016). Investigating Student Use of Electronic Support Tools and Mathematical Reasoning. *Contemporary Educational Technology*, 7(1), 1-24. <https://doi.org/10.30935/cedtech/6160>
- Holguin, J., Taxa, F., Flores, R., & Olaya, S. (2020). Educational projects of video game gamification: development of numerical thinking and school reasoning in vulnerable contexts. *EDMETIC*, 9(1), 80-103. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12222>
- Holguin-Alvarez, J., Taxa, F., Tortora, E., Alanya-Beltran, J., Panduro-Ramírez, J., & Soto-Hidalgo, C. (2020). Video games and Kahoot! as cognitive gamifiers in compulsory social isolation. *International Journal of*

- Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(5), 8615-8620. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/245952020>
- Huang, T-H., Liu, Y-C., & Shiu, C-Y. (2008). Construction of an online learning system for decimal numbers through the use of cognitive conflict strategy. *Computers & Education*, 50(1), 61-76. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.03.007>
- Kapp, K.M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. *Int. J. Gaming Comput. Simul.* 4, 81-83.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Educ. Sci.* 11(1), 22, 1-36. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S. (2017). Combining Mobile Technologies in Environmental Education: A Greek Case Study. *Int. J. Mob. Learn. Organ.* 11, 108-130. <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJMLO.2017.084272>
- Kell, H. (2018). Noncognitive proponents' conflation of "cognitive skills" and "cognition" and its implications. *Personality and Individual Differences*, 134(1), 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.05.025>
- King, J., & Markant, J. (2020). Individual differences in selective attention and scanning dynamics influence children's learning from relevant non-targets in a visual search task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 193(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104797>
- Li, Z. Z., Cheng, Y.B. & Liu, C. C. (2013). A constructionism framework for designing game-like learning systems: Its effect on different learners. *British Journal of Educational Technology*, 44(2), 208-224. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01305.x>
- Loganathan, P., Talib, C., Thoe, N., Aliyu, F., & Zawadski, R. (2019). Implementing Technology Infused Gamification in Science Classroom: A Systematic Review and Suggestions for Future Research. *Learn. Sci. Math.* 14, 60-73. http://recsam.edu.my/sub_lsmjournal/images/docs/2019/2019_5_PL_6073_Final.pdf
- Lubis, A., & 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. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n5p72>
- Lupiáñez, J.L., & Rico, L. (2015). Aprender las matemáticas escolares. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, 21, 41-60.
- Martínez, N., Barceló-Doménech, J., Heras, M., Evangelio, R., Guilabert, M.R., Lamarca, C., Molina, L., Múrtula, V., & Serrano, B. (2020). The application "Mentimeter" for the creation of word clouds and the dynamization of the explanation of legal-civil concepts. *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria*, 897-905. <http://hdl.handle.net/10045/110128>
- Martins, C., & Giraffa, L.M.M. (2016). Gamificação nas práticas pedagógicas: teorias, modelo e vivências. *Nuevas ideas en informática educativa - TISE*, 11, 42-53. <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/42-53.pdf>
- Martynuik, S. V. (2018). Game On!--Teaching Video Game Studies in the Arts Classroom. *Art Education*, 71(3), 14-19. <http://dx.doi.org/10.1080/00043125.2018.1436325>
- Mattera, S., & Morris, P. (2017). Counting on Early Math Skills: Preliminary Kindergarten Impacts of the Making Pre-K Count and High 5s Programs, In *MDR: Building knowledge to improve social policy*, 16 East 34th Street 19th Floor, New York, NY 10016-4326, <https://www.mdrc.org/publication/counting-early-math-skills>
- McGonigal, J. (2011). *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How The Can Change the World*. Penguin Press.
- Meloni, C., Fanari, R., Bertucci, A., & Berretti, S. (2017). Impact of Early Numeracy Training on Kindergarteners from Middle-Income Families, In *14th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2017)*, International Association for Development of the Information Society (IADIS), University of Cagliari, Italy, Oct, 18-20. <https://eric.ed.gov/?q=Learning+the+numerical+count+in+children+&pg=6&id=ED579451>
- Milicic, N., & Schmidt, S. (2002). *Precalculus Test*. Universitaria S.A.
- Mora, A., Riera, D., González, C., & Arnedo-Moreno, J. (2017). Gamification: A Systematic Review of Design Frameworks. *J. Comput. High. Educ.* 29, 516-548. <https://doi.org/10.1007/s12528-017-9150-4>
- Mwadzaangati, L. (2019). Comparison of geometric proof development tasks as set up in the textbook and as implemented by teachers in the classroom. *Pythagoras*, 40(1), 1-14. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v40i1.458>

- Ni, Y., Zhou, D., Li, X., & Li, Q. (2014). Relations of instructional tasks to teacher-student discourse in mathematics classrooms of chinese primary schools. *Cognition and Instruction*, 32(1), 2-43. <https://doi.org/10.1080/07370008.2013.857319>
- Ni, Y., Zhou, D.-H. R., Cai, J., Li, X., Li, Q., & Sun, I.X. (2018). Improving cognitive and affective learning outcomes of students through mathematics instructional tasks of high cognitive demand. *Journal of Educational Research*, 111(6), 704-719. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1402748>
- Oliveira, W., Toda, A., Toledo, P., Shi, L., Vassileva, J., Bittencourt, I.I., & Isotani, S. (2020). Does Tailoring Gamified Educational Systems Matter? The Impact on Students' Flow Experience. In *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, United States of America. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/63891>
- Radford, L. (2006). Introducción. Semiótica y Educación Matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Especial - RELIME*, 7 - 22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33509902>
- Rico, L. (2015). Matemáticas escolares y conocimiento didáctico. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca* 21, 21-40.
- Rojas, P.J. (2014). Articulation of mathematical knowledge: semiotic representations and senses. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
- Sáenz-Ludlow, A. (2016a). Interpretation games in the classroom: evolutionary construction of mathematical meanings. In *Understanding and learning in mathematics: selected semiotic perspectives*; Duval, R. & Sáenz-Ludlow, A. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, pp. 157 - 192.
- Sáenz-Ludlow, A. (2016b). Metaphor and number diagrams in the arithmetic activity of a group of fourth grade students. In *Understanding and learning in mathematics: selected semiotic perspectives*; Duval, R. & Sáenz-Ludlow, A. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, pp. 127-156.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2012). *Regras do Jogo-Fundamentos do Design do Jogos*. Blucker, United States of America.
- Scolari, C.A. (2018). Informal learning strategies. In *Adolescents, the media and collaborative cultures. Taking advantage of the transmedia skills of young people in the classroom*, Solari, C. A. Universitat Pompeu Fabra, España, pp. 83-93.
- Scolari, C. A. (2016). Transmedia literacy: informal learning strategies and media skills in the new ecology of communication. *TELOS, Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 193, 13-23. <https://repositori.upf.edu/handle/10230/27788>
- Scolari, C.A. (2013). *Homo videoludens 2.0. De Pacman a la gamification*. Colección Transmedia XXI, Laboratori de Mitjans Interactius: Universitat de Barcelona, España.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M., & Silver, E. (2009). *Implementing standards-based mathematics instruction: A Casebook for Professional Development*, 2nd ed., National Academy Press, United States of America.
- Suh, A., Wagner, C., & Liu, L. (2018). Enhancing User Engagement through Gamification. *J. Comput. Inf. Syst.* 58, 204-213. doi: <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1229143>
- Suh, J., & Seshaiyer, P. (2015). Examining teachers' understanding of the mathematical learning progression through vertical articulation during lesson study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(3), 207-229. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-014-9282-7>
- Tafarelo, A., & Bonanno, A. (2016). A construção do conceito de número e suas implicações na aprendizagem das operações matemáticas, In XII Encontro Nacional de Educação Matemática, Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, Brasil, pp. 1 - 12. http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/5122_3136_ID.pdf
- Teixes, F. (2014). *Gamification: fundamentals and applications*. UOC.
- Toda, A.M., Oliveira, W., Klock, A.C., Palomino, P.T., Pimenta, M., Gasparini, I., Shi, L., Bittencourt, I., Isotani, S., & Cristea, A.I. (2019a). A Taxonomy of Game Elements for Gamification in Educational Contexts: Proposal and Evaluation. In *Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, IEEE, Brazil, 15-18 July. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00028>
- Toda, A.M., Palomino, P.T., Oliveira, W., Rodrigues, L., Klock, A.C.T., Gasparini, I., Cristea, A.I., & Isotani, S. (2019b). How to Gamify Learning Systems? An Experience Report Using the Design Sprint Method and a Taxonomy for Gamification Elements in Education. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(3), 47-60, <https://www.jstor.org/stable/26896709>

- Torres, M., Cevallos, D., Oliva, M., & Castaño, A.X. (2019). Aprendizajes informales, habilidades cognitivas y competencias sociales vinculadas al uso de videojuegos. *RES NON VERBA, Revista Científica*, 9(1), 19 - 35. <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v9i1.76>
- Young-Suk, G. (2016). Direct and mediated effects of language and cognitive skills on comprehension of oral narrative texts (listening comprehension) for children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141(81), 101-120. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.08.003>
- Wang, Y-H. (2020). Design-based research on integrating learning technology tools into higher education classes to achieve active learning. *Computers & Education*, 156, 103935. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103935>
- Weidlich, J., & Bastiens, T.J. (2019). Designing sociable online learning environments and enhancing social presence: An affordance enrichment approach. *Computers & Education*, 142, 103622. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103622>
- Zimmerling, E.; Höllig, C.E.; Sandner, P.G., & Welp, I.M. (2019). Exploring the Influence of Common Game Elements on Ideation Output and Motivation. *J. Bus. Res.* 94, 302–312. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.02.030>
- Zumbach, J., Rammerstorfer, L., & Deibl, I. (2019). Cognitive and metacognitive support in learning with a serious game about demographic change. *Computers in Human Behavior*, 103, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.026>

Gamificació mixta amb videojocs i plataformes educatives: un estudi sobre la demanda cognitiva matemàtica

Resum

La inclusió de la gamificació basada en l'ús de recursos tecnològics cada cop és més urgent en els moments d'aprenentatge. En especial, davant l'eventual educació a distància, diverses àrees del coneixement s'han de potenciar, i una són les matemàtiques complexes. Aquesta investigació presenta la determinació dels efectes de la gamificació mixta a la demanda cognitiva matemàtica. Es van utilitzar plataformes educatives i la competició en videojocs durant sis mesos en una mostra 300 estudiants de tercer i quart curs de primària ($M=9.1$; $DE=0.7$), organitzats en grups experimental i control. Els resultats indiquen l'increment de puntuacions que indicant les millores en l'abordatge de la demanda no connectiva (nivell moderat de rendiment), i en l'abordatge de la demanda connectiva (alt nivell de rendiment). Les conclusions permeten asseverar que els efectes combinatoris de l'ús de recursos tecnològics per gamificar són positius en el rendiment a la demanda cognitiva matemàtica. Les limitacions exigeixen replicar l'estudi amb la distribució de classes gamificats durant més temps, i ús permutat dels jocs utilitzats a l'experiment.

Paraules clau

Gamificació en Classe; Ensenyament Gamificat; Plataformes Educatives; Ús de Tecnologies; Ús de Videojocs

Mixed gamification with video games and educational platforms: a study on mathematical cognitive demand

Abstract

The inclusion of gamification based on the use of technological resources is increasingly urgent in learning sessions. In particular, given the eventual distance education, various areas of knowledge must be promoted, and one of them is complex mathematics. The research presents the determination of the effects of mixed gamification on mathematical cognitive demand. Educational platforms and video game competition were used for six months in a sample of 300 third and fourth grade primary school students ($M = 9.1$; $SD = 0.7$), organized into experimental and control groups. The results indicate an increase in scores that indicate improvements in the non-connective demand approach (moderate level of performance), and in the connective demand approach (high performance level). The conclusions allow asserting that the combinatorial effects of the use of technological resources to gamify are positive in the performance in the mathematical cognitive demand. The limitations require replicating the study with the distribution of gamified classes for a longer time, and permuted use of the games used in the experiment.

Keywords

Educational Platforms; Gamification in Class; Gamified Teaching; Use of Technologies; Use of Videogames.

Date of publication: 30/12/2022

The articles published are under a [Creative Commons Attribution-NonComercial-NoDerivs 4.0 Spain License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).
Authors retain all rights.

