

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

Escuela de Ingeniería

Máster universitario en eLearning y redes sociales

Videojuego educativo para
evaluación de operaciones
básicas: suma, resta,
multiplicación y división

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Tamayo Mármol, Giselle Andrea

Director/a: Padilla Zea, Natalia

Ciudad: Medellín, Colombia

Fecha: septiembre de 2018

Resumen

Enfrentarse a una evaluación supone siempre un grado de nerviosismo que, en edades tempranas y con asignaturas arduas, puede suponer un obstáculo para mostrar lo que el alumno realmente sabe. Con el propósito de paliar este hándicap, en este TFM se presenta el diseño, desarrollo y evaluación de un videojuego educativo para el área de matemáticas en educación básica primaria para resolución de problemas de las operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división. En el diseño de este juego se ha involucrado a diversos expertos que han aportado sus conocimientos para la definición de actividades y la evaluación del resultado. Además, se ha realizado una prueba piloto con un grupo de 15 estudiantes de la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla, cuyos resultados son prometedores en términos del desempeño académico. Además, los niveles de satisfacción alcanzados indican que los estudiantes a través del videojuego demuestran el conocimiento que poseen sobre el tema.

Palabras Clave: videojuego educativo, matemáticas, e-Learning, evaluación, evaluación con videojuegos.

Abstract

Facing an evaluation always involves a degree of nervousness that, at early ages and with arduous subjects, can be an obstacle to showing what the student really knows. In order to alleviate this handicap, this TFM presents the design, development and evaluation of an educational video game for the area of mathematics in primary basic education to solve problems of basic operations: addition, subtraction, multiplication and division. In the design of this game several experts have been involved who have contributed their knowledge for the definition of activities and the evaluation of the result. In addition, a pilot test has been conducted with a group of 15 students from the Rodrigo Lara Bonilla Educational Institution, whose results are promising in terms of academic performance. In addition, the levels of satisfaction achieved indicate that the students through the video game demonstrate the knowledge they have on the subject.

Keywords: educational videogame, mathematics, e-Learning, evaluation, videogame evaluation.

Índice de contenido

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice de tablas	6
Índice de ilustraciones	7
Índice de gráficas	9
Índice de anexos	10
Capítulo 1. Introducción	11
Capítulo 2. Contexto y estado del arte	14
Educación en Colombia	15
Evaluación en Colombia	17
Videojuegos aplicados a la educación	19
Videojuegos aplicados a las matemáticas.....	21
Videojuegos y evaluación	24
Capítulo 3. Objetivos y metodología.....	31
3.1. Objetivos	31
3.1.1. Objetivo general	31
3.1.2. Objetivos específicos.....	31
3.2 Metodología	31
Capítulo 4. Diseño y desarrollo del videojuego.....	33
4.1. Diseño del videojuego	33
Etapa 1: Diseño del contenido educativo	34
Etapa 2: Diseño del contenido lúdico	37
Etapa 3: Relación entre contenido educativo y lúdico	43
4.2. Desarrollo del videojuego	47

Fase 1: Construcción gráfica de la temática para el videojuego.....	49
Fase 2: Programación del videojuego.....	58
Capítulo 5. Pruebas y evaluación del videojuego	65
5.1. Pruebas de desarrollo	65
5.2. Pruebas con el grupo de estudiantes	67
5.3. Resultados de las pruebas.....	70
5.4. Discusión de resultados	76
Capítulo 6. Conclusiones y líneas futuras de investigación	78
Referencias y bibliografía	81
Anexos	87

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Requerimientos Pedagógicos</i>	34
<i>Tabla 2 Definición de las fases para los retos del juego</i>	37
<i>Tabla 3 Definición del escenario educativo del videojuego</i>	37
<i>Tabla 4 Características del videojuego</i>	38
<i>Tabla 5 Guion del videojuego</i>	38
<i>Tabla 6 Requerimientos técnicos</i>	46
<i>Tabla 7. Listado sexo y edad</i>	68
<i>Tabla 8. Encuesta de satisfacción usuarios finales</i>	69
<i>Tabla 9. Pruebas Liliefords y Shapiro-Wilks</i>	70
<i>Tabla 10. Aciertos por operación</i>	73
<i>Tabla 11. Promedio de notas</i>	73
<i>Tabla 12. Calificación final por prueba</i>	74
<i>Tabla 13. Relación entre puntajes</i>	75

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1. Diagrama de flujo videojuego</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 2. Expresiones del cliente. Fuente: Adaptado de Freepik.es (https://www.freepik.es/)</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 3. Entorno gráfico del videojuego. Fuente: Adaptado de Freepik.es (https://www.freepik.es/)</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 4. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección Reporte de notas.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 5. Archivo descargable - Reporte de notas.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 6. Evolución gráfica escenarios</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 7. Evolución gráfica logotipo.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 8. Evolución gráfica elementos</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 9. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 10. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético - sección Zona de Profes</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 11. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético - Pantalla principal sistema online de gestión docente.</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 12. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección Carga de usuarios</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 13. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección consulta de usuarios</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 14. Inicio de sesión</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 15. Inicio del videojuego.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 16. Créditos del videojuego</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 17. Desarrollo del videojuego - operación suma</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 18. Desarrollo del videojuego - operación resta con dinero.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 19. Desarrollo del videojuego - operación resta con bono.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 20. Desarrollo del videojuego - operación multiplicación</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 21. Desarrollo del videojuego - operación división.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 22. Fin del videojuego</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 23. Arquitectura cliente-servidor.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 24. Modelo Entidad Relación.</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 25. Motor de videojuego Unity - escena</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 26. Motor de videojuegos Unity – GameObject</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 27. Motor de videojuegos Unity – script combos.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 28. Script comportamiento clientes</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 29. Script de control para ingreso de números</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 30. Motor de videojuegos Unity - estadísticas de rendimiento.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 31. Metodología SCRUM - pruebas.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 32. Feedback – chat</i>	<i>66</i>

<i>Ilustración 33. Feedback – correo electrónico solicitud</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 34. Feedback – correo electrónico respuesta</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 35. Diagrama de cajas y bigotes</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 36. Resumen de las pruebas.....</i>	<i>72</i>

Índice de gráficas

<i>Gráfica 1. Aciertos por operación</i>	<i>73</i>
<i>Gráfica 2. Promedio de notas de prueba</i>	<i>74</i>
<i>Gráfica 3. Calificación final videojuego y evaluación tradicional.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfica 4. Comparativo entre puntajes.....</i>	<i>76</i>
<i>Gráfica 5. Desempeño por prueba - Barras.....</i>	<i>76</i>
<i>Gráfica 6. Desempeño por prueba - Líneas.....</i>	<i>77</i>

Índice de anexos

<i>Anexo 1. Encuesta semiestructurada de requerimientos pedagógicos a la docente.....</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 2. Encuesta estructura sobre gustos a usuarios finales.</i>	<i>88</i>
<i>Anexo 3. Carta de solicitud de permiso para práctica</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 4. Curriculum expertos</i>	<i>90</i>
<i>Anexo 5. Tablero Videojuego</i>	<i>91</i>
<i>Anexo 6 Evaluación tradicional de sumas y restas.</i>	<i>92</i>
<i>Anexo 7. Evaluación tradicional de multiplicaciones</i>	<i>93</i>
<i>Anexo 8. Evaluación tradicional de operaciones básicas.</i>	<i>94</i>
<i>Anexo 9. Imágenes de prueba con usuarios.....</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 10. Lista de control.....</i>	<i>96</i>
<i>Anexo 11. Encuesta estructura de satisfacción a usuarios finales.</i>	<i>97</i>
<i>Anexo 12. Encuesta semiestructurada de satisfacción a la docente.....</i>	<i>98</i>

Capítulo 1. Introducción

Los videojuegos, desde su masificación comercial y llegada a los hogares del mundo a finales del siglo XX, han sido objeto de toda clase de análisis. Desde su impacto económico como industria, hasta los fenómenos sociales que motiva dentro de cada generación, los videojuegos se han convertido en un nuevo recurso de investigación para explorar cada posible beneficio que pueda extraerse de ellos.

El área de la educación no ha sido ajena a buscar en los videojuegos maneras de incluir las TIC en sus estrategias e innovar las herramientas pedagógicas en las aulas de clase. Sin dejar de lado la condición de juego, por el disfrute que necesariamente está ligado a su uso, la incorporación de los videojuegos en las prácticas educativas supone nuevas miradas a la experiencia del estudiante frente a ellos y la retroalimentación que se derive del encuentro entre conocimiento, diversión y evaluación.

Bajo esa perspectiva, el presente trabajo está en estrecha relación con la premisa de encontrar en los videojuegos nuevos roles en la educación, en este caso particular, uno que actúe como estrategia valorativa de operaciones matemáticas básicas: suma, resta, multiplicación y división con resultados similares a las pruebas tradicionales.

Los videojuegos pueden adoptar un papel fundamental como estrategia de índole cognitivo, pues el niño, al jugar, experimenta nuevas formas de pensamiento y solución de problemas cotidianos. De esa forma, se podría establecer como reto en su proceso formativo, pasar un nivel, alcanzar un puntaje o superarse a sí mismo, evitando dificultades por la presión que siente de no equivocarse realizando las operaciones básicas y, en especial, de ser penalizado por ello. Lo cual es una característica propia del videojuego, ya planteada por Pérez (2005).

Los resultados de Botella (2012), quien realizó un estudio con alumnos del tercer ciclo de educación primaria, concluyeron que los factores afectivos pueden, igualmente, explicar parte del rendimiento académico. Además, se resalta que “alumnos que no consiguen progresar en la materia, quedan estancados, arrastrando errores que, en cursos superiores, serán difíciles de paliar y siendo, en algunos casos, insalvables. Ante estas dificultades es cuando el niño experimenta emociones de rechazo y aburrimiento” (p. 153). Algo que da luces sobre la apreciación personal del estudiante por la asignatura y su consecuente nivel académico.

Por tanto y, como Bishop (1991) ha observado en las aulas, los métodos tradicionales empleados en la evaluación de las matemáticas, generan en los alumnos desmotivación y rechazo a la asignatura, específicamente en el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas; coincidiendo esto con los resultados del estudio de Botella (2012).

Es necesario replantear el proceso evaluativo de las operaciones matemáticas básicas en educación primaria, empleando los videojuegos como una herramienta audiovisual que posibilite la generación de estrategias didácticas y favorezca la realización de estas labores por parte de los alumnos pues, como ya lo ha mencionado Rosales (2000), los alumnos perciben más fácil las actividades que impliquen medios didácticos de carácter audiovisual.

Así mismo, cuando el jugador experimenta el sentimiento de diversión, este lo lleva a repetir la actividad que le genera esa sensación una y otra vez (Koster, 2013). Por tanto, la experiencia emotiva del videojuego favorece en los estudiantes la inhibición de los sentimientos de rechazo y estrés al realizar una prueba diagnóstica, pues el estudiante, al jugar, no siente que se le esté evaluando y se sumerge en el rol de jugador, evidenciando, sin notarlo, las capacidades que posee frente al tema planteado en el videojuego (Shute, Hansen & Almond, 2008).

En consecuencia con las premisas anteriores, en este trabajo se presenta el diseño y desarrollo de un videojuego que encubre la evaluación, con objeto de comprobar si, a través de su práctica, se tienen resultados similares a los de la prueba tradicional.

Por tal motivo, el videojuego educativo propuesto busca responder a la necesidad de un mecanismo de evaluación objetivo y didáctico de las operaciones básicas, formando así una herramienta que evidencia lúdicamente la capacidad de razonamiento requerida de los estudiantes para el uso de las operaciones matemáticas básicas. Así, entonces, se presentaría una alternativa didáctica de medición para los procesos formativos en el área, incorporando las TIC en el aula a través de nuevas estrategias y actividades lúdicas que optimicen la labor docente.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presenta la conceptualización y antecedentes entorno a la evaluación con videojuegos; en el capítulo 3 se presentan los objetivos y la metodología que definirán la pauta para orientar el desarrollo de este trabajo; en el capítulo 4 se desarrollará a profundidad la propuesta del videojuego, requisitos pedagógicos y técnicos, así como el diseño y desarrollo; en el capítulo 5, se presentan las evaluaciones y pruebas con un grupo de estudiantes, acompañadas del

análisis y discusión de los resultados; finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones del trabajo y las posibles líneas futuras de investigación para este proyecto.

Capítulo 2. Contexto y estado del arte

A medida que el mundo gira y la tecnología avanza, motivando transformaciones que impactan, en gran medida, los cambios sociales que vive la humanidad, hay una condición que sigue inmutable: la importancia de la educación para las sociedades actuales que experimentan el mundo a través de los fenómenos tecnológicos.

La educación, como parte fundamental en el desarrollo del hombre, también es influenciada por la nueva era digital y de las TIC. Por esa razón, profesionales de diversas áreas, que convergen en temas educativos, dedican esfuerzos para innovar las estrategias educativas con métodos y herramientas que sean igual de válidos que sus semejantes tradicionales, pero que sepan hablar el mismo lenguaje de los alumnos de la actualidad, quienes demandan una educación más afín a la necesidad de habilidades relevantes para este siglo (Shute, 2011).

Sin embargo, ampliando lo que apunta Del Moral et al (2012), la entrada de la ciencia y la tecnología en la educación no supone perder la presencia del maestro, ni reemplazar los cuadernos o suprimir las aulas. Se trata de nuevas narrativas incluyentes, dinámicas y actuales para el uso y apropiación, efectivas e innovadoras, de las herramientas digitales que la sociedad actual ha apropiado como parte de su vida.

En el nuevo contexto del mundo actual, es más fácil encontrar un niño absorbiendo de sus videojuegos cualquier cantidad de información, que leyendo libros o repasando, desde su cuaderno, todo lo que debió aprender en clase. Pero no se trata de poner en tela de juicio a los videojuegos o el contenido que exponen ante los jugadores, por el contrario, se necesita visibilizar la influencia de los mismos en el desarrollo de las habilidades del estudiante.

La importancia de jugar para el desarrollo del hombre ha estado presente desde la antigüedad, pues, como expone Huizinga (1949), el juego constituye un entrenamiento para lo que la vida le exigirá más adelante, y más importante aún, tiene un objetivo significativo más allá de jugar.

No es insensato pensar que el juego puede ayudar a un individuo a desarrollar destrezas durante su proceso de formación, Huizinga (1949) expone, por ejemplo, que es útil entrenarse para posibles escenarios en el futuro. La perseverancia que implica conocer la dinámica de un juego para conseguir alguno de sus logros, genera en el jugador competitividad hacia el objetivo final de completar el juego, entendiendo los retos que debe

superar a lo largo del mismo (Gifford, 1991). El videojuego, como innovación del juego y agente que cataliza la intención de llevar las TIC a las aulas, se convierte en una oportunidad de implementar estrategias y herramientas que estén a la par en cuanto a resultados con su equivalente tradicional.

Las investigaciones que continuamente abordan este tema demuestran que los videojuegos pueden favorecer el desarrollo de estrategias de resolución de problemas, adquirir habilidades de atención, concentración y creatividad. Sin dejar de lado las destrezas espaciales y cognitivas que pueden presentar (Okagaki y Frensch, 1994).

Desde finales del siglo pasado, la ciencia y la tecnología hicieron parte de una nueva configuración en el estilo de vida de las personas, derribaron las márgenes dentro de las cuales se experimentaba el mundo y formularon una visión de futuro desde el desarrollo del conocimiento (Prieto & Bañuelos, s.f.).

Esa incidencia en la transformación social y económica de las naciones hace más importante una educación acorde con los conocimientos y destrezas que se esperan de la nueva sociedad, en la cual prima la capacidad de innovar y aplicar los conocimientos en la solución de problemas.

Son muchos los escenarios que se han abierto para discutir, opinar, compartir experiencias y hacer propuestas alrededor de cómo influyen los videojuegos en el buen desempeño del estudiante en su etapa de formación, en especial, la evaluación con resultados similares a su equivalente tradicional.

Educación en Colombia

La educación en Colombia es un derecho ciudadano y una prioridad del Gobierno. Los colombianos tienen derecho a la educación como parte de su desarrollo personal y para el beneficio de la sociedad. Esto en conformidad con la Constitución de 1991 y la Ley General de Educación de 1994.

Como parte de los derechos fundamentales de los ciudadanos colombianos, la educación es objeto de discusión política y de interés público. Sumar ambas visiones para hacer de la educación una política pública, implica procesos en los que deben participar varios sectores de la sociedad. La convergencia de estas voces se determina a través de la percepción de la problemática o asunto referido a la educación, definir el reto y crear las estrategias para una formulación adecuada de las posibles políticas que surjan.

El tema de la educación es uno de los principales motivos de debate en Colombia, cómo mejorarlo y aterrizarlo a las necesidades de las nuevas generaciones es una discusión permanente entre las políticas de Gobierno, la demanda de la población y las necesidades de los sectores educativos. además, las consultas nacionales sobre la reforma educativa han despertado un fuerte compromiso de la sociedad para mejorar el sistema. En conjunto, el sistema educativo colombiano ha sido llevado a un punto de inflexión (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Desde 2003, se han llevado a cabo significativas movilizaciones alrededor de la educación con el fin de compartir y multiplicar las innovaciones y buenas prácticas en el aula. En los años que siguieron, se ha propuesto avanzar hacia la calidad de la educación, dando "cuenta, en forma confiable y oportuna, del nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes en los distintos niveles educativos ... y ...a partir de los resultados de evaluaciones nacionales e internacionales, proporcionar información relevante y comprensible que sirva para el diseño de políticas y acciones de mejoramiento en todos los niveles de la gestión del sector" (Plan Sectorial 2006-2010 del Ministerio de Educación Nacional).

Colombia, sin embargo, está en medio de un proceso de transformación en diferentes áreas, la educación incluida. Según informe del Ministerio de Educación Nacional (2016), el Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2014 - 2018 establece tres prioridades principales para todos los niveles de gobierno: paz, equidad y educación. dicho plan proporciona el marco rector para estrategias de desarrollo municipales y departamentales.

Dicha transformación, aunque contempla diversos factores al interior del sistema educativo colombiano, se ha decantado hacia un enfoque en los resultados del aprendizaje, conduciendo a una reflexión sobre las características de la labor del docente y sus herramientas.

Pero es en el punto específico de la calidad de la educación, además de la necesidad de llevar la ciencia e investigación a las aulas, cuando se plantea hacer uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para emprender caminos de innovación desde lo cognitivo y lo cultural hacia una educación con lenguajes y ritmos en la misma sintonía de las nuevas generaciones, repensando la presencialidad, explorando la virtualidad y tejiendo puentes entre el presente y el futuro.

Esta inclusión de la tecnología es una oportunidad para incorporarse en la sociedad de la información y del conocimiento, cuyo propósito es adoptar aquellos procesos globales que modifican las culturas e impactan los procesos y necesidades particulares de educación en cada país y/o región (Tirado, 2009).

Evaluación en Colombia

Ya se había dado una primera revisión a la educación en Colombia durante el 2008, llamado el Año de la Evaluación, pues, entre los múltiples temas y propuestas acerca del Plan Sectorial 2006-2010 del Ministerio de Educación Nacional, la evaluación ocupó un lugar muy importante.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha desarrollado estrategias hacia la discusión de los sectores educativos en torno a la evaluación, promoviendo reflexión y análisis sobre el tema: qué se evalúa y nuevas prácticas para la evaluación en el aula de clase.

Fruto de esos encuentros, el MEN, a propósito del tema, establece el decreto No. 1290, el cual reglamenta la evaluación del aprendizaje:

La actual norma es una clara invitación a los colectivos de maestros y a las instituciones educativas de la nación, para que de manera unida y mancomunada con todos los demás actores de la comunidad educativa trabajen por lograr y consolidar mejores prácticas educativas, ambientes de aprendizaje y de evaluación, para apoyar los aprendizajes de los estudiantes colombianos. (MEN, 2009, p. 27)

Se considera así a la evaluación educativa como un recurso que, más allá de medir el aprendizaje y la comprensión de temas, debe generar experiencias exitosas para motivar al estudiante en el mejoramiento de sus capacidades, buscando una relación asertiva con el proceso formativo.

Sin embargo, en el sistema educativo colombiano, la evaluación formal se toma como estrategia para medir cuánto han aprendido los estudiantes, sea con evaluaciones cortas o extensas, sin importar el formato de preguntas o la dinámica de la actividad evaluativa.

Su propósito es hacer seguimiento a los procesos de enseñanza y aprendizaje, para intervenir, de ser necesario, el proceso formativo de los estudiantes hacia la corrección y mejora. Según el Ministerio de Educación Nacional,

La evaluación da cuenta de los procesos, el avance y las dificultades que los estudiantes van teniendo; de las estrategias de apoyo y acompañamiento que adoptan las instituciones y los docentes para superar situaciones adversas, con el fin de culminar con éxito el desarrollo de la acción educativa. (2009, p.28)

Estas consideraciones demuestran el interés del Gobierno, la comunidad educativa y la sociedad colombiana por contar con procesos de evaluación en aula acordes con procesos que ayuden al estudiante a llegar lo más lejos que sea posible, de acuerdo con sus capacidades.

Sumado a esto, en Colombia, existe, desde 1994, la Ley General de Educación, la cual, en su artículo 77, otorga: “autonomía para organizar las áreas fundamentales de conocimientos definidas para cada nivel, introducir asignaturas optativas dentro de las áreas establecidas en la ley, adaptar algunas áreas a las necesidades y características regionales, adoptar métodos de enseñanza y organizar actividades formativas”.

Esto significa que cada institución educativa tiene la autonomía de crear y adoptar un sistema de evaluación conceptual, pedagógico y didáctico, que incluya cómo calificar (colores, letras, números) pero, a su vez, desarrollen estrategias que crean convenientes o innovadoras dentro del proceso de evaluación de los estudiantes.

Además, la evaluación al interior de cada establecimiento educativo debe cumplir con los criterios planteados en el Decreto 1075 de 2015 y el Documento N° 11:

- Es formativa, motivadora, orientadora, pero nunca sancionatoria.
- Utiliza diferentes técnicas de evaluación y hace triangulación de la información, para emitir juicios y valoraciones contextualizadas.
- Está centrada en la forma como el estudiante aprende, sin descuidar la calidad de lo que aprende.
- Es transparente, continua y procesual.
- Convoca de manera responsable a todas las partes en un sentido democrático y fomenta la autoevaluación en ellas. (MEN, 2009, p. 24)

A nivel nacional, sin embargo, se realizan pruebas generales (Saber) a todos los estudiantes en diferentes niveles. Su propósito es el diagnóstico de problemáticas cognitivas y descifrar puntos a mejorar en los procesos de aprendizaje. Según el Artículo 1.2.2.2, del Decreto 1075 de 2015, por ejemplo, las pruebas que realiza ICFES

tienen por objeto ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles y adelantar investigación sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación. (MEN, 2015, p. 7)

Es cierto que este modelo también tiene sus cuestionamientos. existen diferentes voces que no están de acuerdo con estandarizar una prueba para todos los estudiantes del país, sin tener en cuenta los contextos de cada región. Y, aunque el examen ha tenido avances en procesos de psicometría, querer medir variables cualitativas tan complejas como la inteligencia y la personalidad son consideradas como una visión retrógrada y positivista de las ciencias (Reyes, 2013).

En general, Colombia tiene un gran reto frente a la evaluación educativa, pues si bien se han realizado grandes avances, todavía hay mucho camino que recorrer en la búsqueda de nuevas estrategias que correspondan con las políticas públicas, el proyecto educativo de cada institución y métodos innovadores contextualizados e integrados al proceso formativo y social del estudiante.

Videojuegos aplicados a la educación

La relación entre videojuegos y educación, como herramienta en el aula, ha existido desde que las consolas llegaron en masa a los hogares del mundo desde finales de los años 70. Su impacto cultural y en la industria del entretenimiento llevó a imaginar de qué otras maneras podrían permear otras áreas a las cuales sacar provecho.

Los primeros estudios fueron pequeños, no concebían a los videojuegos en su totalidad, se trataba de interpretaciones puntuales sobre algunos temas, dirigidos más hacia el desgaste ocular, la adicción o la influencia en la personalidad de los jugadores (Wolf & Perron, 2005).

Aún con estas limitadas apreciaciones, surgieron las primeras investigaciones donde se elevan los beneficios que los videojuegos tienen para desarrollar y potenciar habilidades espaciales, capacidades multitareas y cooperación entre estudiantes en torno al trabajo colaborativo (Lowery & Knirk, 1982).

Sin embargo, no fue sino hasta pasada la crisis de los videojuegos a mediados de los 80, con la resurrección de la industria a partir de las nuevas consolas que salieron al mercado, que las investigaciones tomaron un carácter más serio y mucho más amplio. Ya en el apogeo de la industria, con empresas enfrentadas y nuevas consolas que llegaban cada año

a inundar el mercado, se tuvo la oportunidad de enfrentar, igualmente, las voces a favor y en contra de los efectos de los videojuegos.

Así, desde los 90, han surgido varias investigaciones que plantean un mejor desempeño en diversas tareas cognitivas, orientando la discusión hacia el acercamiento de los videojuegos a la educación.

Autores como Shaaf (2012) hicieron parte de ese grupo de investigadores, dedicados a revelar lo bueno y lo malo de los videojuegos. En sus estudios, comenta que el jugador desarrolla habilidades hacia la solución de problemas, el procesamiento de información y mejora la atención y la memoria; destrezas que sobresalen incluso por encima de personas que no tienen gusto por los videojuegos. Además, el factor social se complementa al entender cómo sortear obstáculos, algo común en la vida real, pues permite tener claro que para todo reto hay una solución y que intentarlo hasta lograrlo es clave para la formación personal.

Otros autores como Estallo (1995), argumentan que existe un conocimiento básico que afianza el desarrollo y la experiencia diaria a partir de la cantidad de elementos del mundo virtual y la interactividad a la que está expuesto el jugador.

Las características de diseño, mecánicas y sistemas de recompensas al interior del juego impulsan las motivaciones del jugador; el deseo de ganar experiencia hasta tener la habilidad o conocimiento suficiente para vencer el reto es la propuesta inicial para lo que hoy se llama gamificación o ludificación (Gartner, 2016).

La gamificación es un término acuñado por Nicke Pelling en 2002 que describe el uso de pensamiento y mecánicas de un videojuego en contextos ajenos al juego para motivar a los usuarios en la solución de problemas o desarrollo de actividades. Es decir, se trata de implementar un sistema donde la persona voluntaria y efectivamente desee conseguir logros. Por años, se usó para motivación y enganche, pero hoy en día es la base a través de la cual se sostiene el puente entre videojuegos y educación en el aula (Deterding et al., 2011).

El videojuego introducido en la escuela se transforma, ya no es un programa para jugar, sino que el juego tiene una intencionalidad educativa. Al introducir los videojuegos en el ámbito educativo debe tenerse en cuenta la influencia que tiene en el entorno su aplicación. Su propósito ya no es solo jugar, también tiene un contenido propio para la intencionalidad

educativa y transformación de ambientes: desarrolla habilidades, experimenta con procedimientos y ajusta actividades con el fin de motivar a los alumnos, a la vez que se actualizan estrategias tradicionales a nuevos niveles, a construir su propia comprensión (Gros, 2000).

James Paul Gee (2004, citado en Ignacio, 2016) describe algunos principios que confirman el potencial de los videojuegos en ambientes donde se estimula una reflexión abierta: entre ellos se encuentra el principio de aprendizaje activo y crítico, en el cual propone que aspectos del ambiente de enseñanza/aprendizaje generan una estimulación del sentido crítico y un espacio de trabajo para la reflexión sobre valores e identidades.

Gee comenta, además, los beneficios del pensamiento de metanivel, el cual describe un conocimiento mucho más completo sobre el tema trabajado, luego de que el estudiante asimile los distintos elementos que funcionan dentro del videojuego y sus interrelaciones entre ellos.

De esta forma, usar videojuegos en el aula se convierte en una alternativa interesante de aplicar modelos tradicionales en nuevos ambientes educativos que son determinados por las nuevas generaciones de estudiantes y su demanda por estrategias más acordes a procesos experienciales e inmediatos.

Videojuegos aplicados a las matemáticas

Hasta aquí son destacables, gracias a diferentes investigadores, los beneficios que los videojuegos tienen en el aula de clase y la influencia positiva en el desarrollo de destrezas en los estudiantes. Los videojuegos representan en la actualidad una herramienta didáctica para desarrollar y potenciar habilidades espaciales (Lowery & Knirk, 1982), lo cual resulta un factor clave en el entorno escolar de las matemáticas.

Dehaene (1998, citado en Arche et al, 2013) sugiere que la manipulación de números y la representación analógica y mental son las bases del desarrollo de habilidades aritméticas, pues, el pensamiento humano posee elementos fundamentales para las matemáticas: el espacio, el tiempo y el número, a través de los cuales el sistema nervioso analiza el mundo exterior.

Sumado a lo anterior, los videojuegos son una parte del entretenimiento actual de niños y jóvenes, en consolas, celulares y computadores, hacen parte de su diario vivir y cada jugador tiene su estilo, título y plataforma favoritos. Los niños, en especial, son quienes más

están familiarizados con ellos y es así como, de manera indirecta, los videojuegos pueden abrir espacios para el aprendizaje y desarrollo de determinadas habilidades y destrezas, que se desarrollan orgánicamente mediante el uso de las TIC (Esther et al, 2012).

La relación entre matemáticas y videojuegos es más aparente de lo que se cree. De diversas maneras, se presenta al interior de los videojuegos algún reto matemático que, sin ser parte de los logros principales para completar el juego, son necesarios para progresar en el desarrollo del mismo. Esto, sin tratarse del principal objetivo de los juegos comerciales, tiene influencia en el tipo de habilidades que el jugador desarrolla. Sin importar qué juego se prefiera, o cuál sea el nivel de destreza de cada jugador, hay algo en común: el desarrollo de habilidades cognitivas (Guzmán, 1993).

Con semejante potencial disponible, las investigaciones en el sector educativo comienzan a indagar y experimentar sobre videojuegos con énfasis en matemáticas. Su objetivo principal es familiarizar al estudiante con los conceptos y operaciones básicas que permitan desarrollar destrezas y análisis hacia la resolución de problemas matemáticos simples.

Más que un complemento para evitar el tedio en las clases de matemáticas, los videojuegos diversifican momentos como el de la evaluación con creatividad y recursividad, algo que no es nuevo, ya que, al resolver problemas importantes en ellos, los jugadores ganan o suben de nivel, lo que se podría argumentar que son evaluaciones dentro del juego (Shute & Ke, 2012).

Lo anterior se puede aunar a lo encontrado por Arche (2013), quien tomó un grupo de trece niños para realizar un examen escrito con las operaciones básicas matemáticas para luego interactuar con un videojuego de computadora en donde debían resolver más operaciones de suma; en sus conclusiones, comenta sobre los efectos positivos de los videojuegos sobre las habilidades visoespaciales al hacerse visible un incremento en el procesamiento de la información y un incremento en la velocidad de respuesta para la solución de los problemas planteados.

Esta gran variedad de provechos didácticos que pueden ser útiles para la educación en el aula, pueden serlo aún más para el área de las matemáticas: análisis de información, cálculo mental, cooperación, orientación espacial y resolución de problemas.

Para Guzmán (1993, p. 22), a propósito de la relación entre juego y matemáticas, afirma que “quien se introduce en la práctica de un juego debe adquirir una cierta familiarización con

sus reglas, relacionando unas piezas con otras". Años más tarde, el mismo Guzmán (2005, p. 23) se pregunta: "¿dónde termina el juego y dónde comienza la matemática seria? [...] la matemática nunca deja de ser totalmente un juego, aunque además de ello pueda ser otras muchas otras cosas".

¿Un estudiante frente a un videojuego que presenta retos matemáticos, se siente recompensado de la misma manera que cuando lleva a cabo las mismas operaciones en el aula de manera tradicional?. Esta, como muchas otras preguntas, deben resolverse antes de abordar las matemáticas como contenido didáctico para videojuegos.

La presencia de los videojuegos en el aula, para evaluación de matemáticas, como el caso del presente trabajo, desde su componente lúdico, se puede justificar desde lo dicho por Skovsmose (1999):

El salón de clase se convierte en un molino de ejercicios. El libro de texto puede contener un intento por motivar presentando ejemplos y ejercicios fascinantes, pero no invita a los estudiantes a tomar decisiones sobre la dirección del proceso de aprendizaje. (p. 206)

Habgood (2005), fue más allá y realizó un estudio sobre la efectividad de la integración intrínseca en los videojuegos con fines educativos, especialmente, en las matemáticas. El trabajo está basado en la idea de la motivación intrínseca como aquello que se hace por el simple gusto de hacerlo, es decir, la recompensa es la propia ejecución de la tarea. Para tal efecto, crearon tres versiones diferentes del juego *Zombie Division*, cuya temática está ambientada en la Grecia antigua y sitúa al protagonista, a través de tercera persona, en combates cuerpo a cuerpo con esqueletos enemigos que impiden que el héroe complete su aventura. Cada esqueleto tiene un número en su pecho, el cual da claves al jugador de cómo derrotarlos en combate.

Las tres versiones consistían entonces en: una versión intrínseca con matemáticas integradas al combate; una versión extrínseca sin matemáticas integradas, pero con la necesidad de hacer algunas operaciones para avanzar en el juego; y una versión de control, sin ningún tipo de matemáticas en el juego. Luego del estudio con niños en una media de edad de 8 años, se encontraron dos importantes situaciones: los niños pasaban 7 veces más tiempo en la versión intrínseca que en cualquiera de las otras dos y que, en posteriores test de evaluación, aquellos que permanecieron más tiempo jugando con la versión intrínseca, obtuvieron mejor puntaje con respecto a quienes no lo hicieron.

Aún más, y continuando con la idea que ya han presentado Shute & Ke (2012), al monitorear la relevancia educativa de variables en diferentes niveles en el interior de los juegos, se puede transferir el progreso de la barra de salud, por los niveles actuales de habilidad de pensamiento de sistemas, creatividad, y el trabajo en equipo, así, el estudiante probablemente se sienta obligado a tomar medidas para incrementar su nivel cuando los valores estimados de esas competencias sean demasiado bajas.

Videojuegos y evaluación

Tras aproximarse a las ventajas que tienen los videojuegos en el ámbito educativo, en especial, en el área de las matemáticas, se hace preciso aportar una visión sobre su uso como herramienta puntual en procesos transversales, en este caso, como la evaluación.

La prueba tradicional afronta algunos tipos de inferencia en el razonamiento Schum (1987) que desempeñan papeles esenciales e interrelacionados en la evaluación educativa, entre ellos se destacan dos:

- A través del razonamiento deductivo que fluye de generales a particulares: pues son diferentes variables que influyen en el proceso de causas a efectos, desde el conocimiento y las habilidades de un estudiante hasta el comportamiento observable. En la práctica, el razonamiento deductivo es a menudo probabilístico, pero no completamente determinado.
- El razonamiento inductivo fluye en la dirección opuesta dentro de un marco de relaciones: desde los efectos hasta las posibles causas, desde los síntomas hasta enfermedades probables, desde soluciones de los estudiantes o patrones de soluciones a configuraciones probables de conocimiento y habilidad. Todo lo anterior tiene efectos, según qué los produzca.

Por esa razón, es necesario visibilizar las posibilidades que los videojuegos tienen como objetos lúdicos y las ventajas tecnológicas que aportan desde su riqueza hipermedial (Esnaola, 2006).

Una de esas posibilidades que se torna en ventajas para implementar los videojuegos como herramienta educativa, es que ocurre algo denominado aprendizaje implícito, el cual describe el momento en que los jugadores, sin ser conscientes de ello, aprenden algún contenido. Esto contrasta con los métodos tradicionales, en los cuales los estudiantes se

enfocan en evaluaciones que miden, a través de puntajes, cuánto se sabe. Así, la fortaleza de los videojuegos radica en el sistema complejo de mensajes que envía al estudiante mientras juega y aprende al mismo tiempo, sin ponerlo en alerta (Shute & Fengfeng, 2012)

Existen más razones que complementan el soporte de los videojuegos como herramienta de evaluación: la primera es que, en los videojuegos, la gente aprende mientras desarrolla la acción a través de la interacción entre quien aprende y el juego. Por ejemplo, si el jugador se enfrenta a enemigos que producen cierto tipo de daño con determinadas maniobras, el jugador, a través de la repetición aprenderá cómo debe enfrentarlos pero, al avanzar en el juego, encontrará un enemigo de mayor dificultad y con diferentes características que lo obligarán a repensar su estrategia, pero teniendo en cuenta lo que ha aprendido del juego hasta ese punto –contexto-, para integrar lo que ha dominado con lo que debe aprender (Gee, 2003).

De esa manera, el contexto a través del cual se aprenden y desarrollan las habilidades, no puede ser aislado del objetivo principal de la actividad, pues el sistema del videojuego, en cada una de sus partes, ayuda a descifrar qué aprenden los jugadores en el contexto y, de esa forma, una tarea puede ser monitoreada sin interrumpir lo que los jugadores hacen ni cómo lo hacen (Shute, 2012).

El contexto debe tener en cuenta aquellas actividades que recolectan información para que, sin que el estudiante se dé cuenta, realice las tareas a través de las cuales lo están evaluando. A esto se le llama evaluación encubierta (Shute, 2012) y es un factor importante del uso de los videojuegos como herramienta pedagógica en el aula, puntualmente, en el proceso de evaluación de las operaciones matemáticas básicas.

De manera simple, según afirma Shute (2012), la evaluación encubierta se refiere a las evaluaciones que son plantadas directa e invisiblemente en la estructura del entorno de aprendizaje. Durante el juego, los estudiantes generan naturalmente secuencias ricas de acciones mientras realizan tareas complejas, basándose en las habilidades o competencias que se desea evaluar (por ejemplo, habilidades científicas de investigación, resolución creativa de problemas).

Todo lo necesario para evaluar las habilidades del estudiante se obtiene a través de los procesos del juego con los cuales interactúa y, luego, los resultados se contrastan con el producto de la actividad.

Shute (2012) afirma, igualmente, que el método de la evaluación encubierta en videojuegos presenta ventajas sobre los métodos tradicionales. En primer lugar, en la prueba que usualmente se realiza, la respuesta a cada pregunta se ve como un punto de datos independiente, mientras que, en los videojuegos, se realiza una secuencia de interacciones, a menudo, dependientes entre ellos. Por ejemplo, lo que uno hace en un juego en particular en un punto en el tiempo, afecta las acciones posteriores.

En segundo lugar, en la prueba tradicional, las preguntas a menudo están diseñadas para medir conocimientos particulares o una habilidad. Responder la pregunta correctamente es evidencia de que uno puede saber cierto hecho.

Pero, al analizar una secuencia de acciones dentro una búsqueda (donde cada respuesta o acción proporciona evidencia incremental sobre el actual dominio de un hecho, concepto o habilidad específica), las evaluaciones encubiertas dentro del contexto del juego pueden inferir lo que los alumnos saben o no en cualquier momento.

Para hacer énfasis en los beneficios innovadores de la evaluación encubierta en los videojuegos sobre las pruebas tradicionales, vale la pena citar una frase de la película *El reportero* (1975), que dice:

“Hay respuestas perfectamente satisfactorias para todas sus preguntas... Pero yo no creo que entiendas lo poco que aprenderías de ellas... Tus preguntas son mucho más reveladoras de ti, que mis respuestas lo son sobre mí”.

Evaluación de matemáticas con videojuegos A propósito de la relación entre juegos y matemáticas, Guzmán (1993) opina que la actividad matemática posee un componente lúdico muy similar al de los juegos, pues comienza con la introducción de una serie de reglas, un cierto número de objetos o piezas cuya función es definida por dichas reglas, exactamente de la misma forma en que se puede proceder en el establecimiento de una operación matemática o el desarrollo de un juego.

Pero era más profundo, según Guzmán:

La matemática así concebida es un verdadero juego que presenta el mismo tipo de estímulos y de actividad que se da en el resto de los juegos intelectuales. Uno aprende las reglas, estudia las jugadas fundamentales, experimentando en partidas sencillas, observa a fondo las partidas de los grandes jugadores, sus mejores

teoremas, tratando de asimilar sus procedimientos para usarlos en condiciones parecidas, trata finalmente de participar más activamente enfrentándose a los problemas nuevos que surgen constantemente debido a la riqueza del juego, o a los problemas viejos aún abiertos esperando que alguna idea feliz le lleve a ensamblar de modo original y útil herramientas ya existentes o a crear alguna herramienta nueva que conduzca a la solución del problema. (2005, p.23-60)

Es decir, como nos comenta Gee (2004), si uno de los puntos centrales de la matemática escolar y el objetivo principal de los videojuegos es resolver problemas, no es de extrañar que ambas sean compatibles en el aula.

Cabe recordar, antes de avanzar, que la relación entre videojuegos y matemáticas implica la motivación intrínseca, la cual se sostiene en tres perspectivas (reto, curiosidad y control). Esto sugiere que dichas perspectivas, junto a la fantasía del juego, la competición y la cooperación, pueden explicar las motivaciones para acumular experiencia y completar desafíos que los juegos digitales tienen en los usuarios (Malone & Lepper, 1987).

Aún más, cuando se trata de evaluación, la relación podría ser más cercana, pues como concluyó Habgood (2007), la comprensión que el jugador tiene de los sistemas y procesos en el videojuego pueden ser evaluadas por la recopilación y el análisis de datos sobre las interacciones que tienen los jugadores y su progreso dentro del juego. Esta información, en teoría, podría proporcionar datos cuantitativos de grupo e individuales, con el plus hallado que los niños se desempeñan mejor en evaluaciones presentadas dentro de un contexto de juego que dentro de una prueba tradicional.

Además, Habgood concluye que la retroalimentación a largo plazo de las pruebas tradicionales, aunque puede ofrecer beneficios, no se compara a la retroalimentación inmediata de los videojuegos que ofrece una motivación extra en la que los estudiantes pueden verse envueltos en un proceso de auto superación para buscar el puntaje perfecto del reto y permite, en algunos casos, que se intervenga en tiempo real para guiar de manera correcta y corregir.

La cantidad de operaciones matemáticas en las evaluaciones con videojuegos representa otro potencial entre el juego y la prueba tradicional, pues en la última, el estudiante sabe cuántas operaciones o puntos debe resolver, mientras que en los videojuegos no tienen este tipo de información previa. Aun así, a pesar del alto nivel de fatiga que pueda tener el resolver tantas operaciones en el juego, el factor determinante en las investigaciones de

Habgood (2007), estaba en el carácter motivacional del estudiante para completar el juego con la mayor cantidad de puntos posibles.

Cabe traer a colación tres ejemplos de videojuegos que cumplen con las características anteriormente descritas con el propósito de ejemplificar mejor el tema:

- **Zombie Division** de Habgood (2005), el cual, recordemos, está basado en la idea de la motivación intrínseca como aquello que se hace por el simple gusto de hacerlo, y cuya temática está ambientada en la Grecia antigua, a través de combates cuerpo a cuerpo con esqueletos enemigos que tienen un número en su pecho, el cual da claves al jugador de cómo derrotarlos en combate.
- **Knowledge Battle** es un videojuego educativo matemático desarrollado por la empresa de juegos móviles Yogome Inc. Se trata de un juego estilo batalla naval con el objetivo de alentar al jugador a dominar las habilidades que se construyen sobre las bases comunes para realizar operaciones matemáticas. Su enfoque no se centra solo en la memorización de datos matemáticos, pues en el juego se proporciona retroalimentación inmediata con explicación de las respuestas incorrectas. Una vez que una operación matemática ha sido dominada, un nuevo nivel dentro del juego es desbloqueado.

Para aumentar la participación de los jugadores, personajes e historias fueron incorporados al juego. Luego de ponerlo a prueba, hallaron que los participantes a quienes les gustaba el contexto del juego tenían una media de puntajes más altos frente a aquellos que no. Además, evidenciaron que los jugadores se esforzaban para superar los niveles, con lo cual concluyeron que sentían mayor confianza en su capacidad para las matemáticas al encontrar interés en el juego (Hieftje, Pendergrass, Kyriakides, Gilliam & Fiellin, 2017)

- En **MathCraft** (versión beta, 2018), del estudio Cyc, los estudiantes exploran un ambiente 3D donde las habilidades matemáticas prácticas son cruciales para el éxito en el juego. Deben vencer desafíos al aplicar lo que aprendieron en clase, enfrentarse a problemas matemáticos y usar su propia solución para progresar. Durante el juego, MathCraft simula al personaje L, el avatar a quien el estudiante debe enseñar lo que ha estado haciendo. Este juego permite nuevas formas para solución de problemas y, a su vez, aprender de los errores en el proceso con

retroalimentación del avatar, pues L siempre estará un poco más confundido sobre los temas que aparecen que el propio estudiante, por lo cual se le debe explicar qué y por qué se hace lo que el jugador ha escogido realizar.

Los videojuegos que encubren su propósito de evaluar al estudiante permiten que se sumerja en el propósito aparente del juego (ganar), en lugar del objetivo que tiene como herramienta educativa (evaluar). Al unir la evaluación encubierta y la función intrínseca del juego, el estudiante puede enfrentarse a las operaciones propuestas sin preocuparse por el número de intentos, preguntas o retroalimentación posterior.

Recordemos la importancia de la evaluación encubierta en este punto, pues para el área de las matemáticas es aún más necesaria. Retomando las investigaciones de Shute (2011), hay una gran brecha entre lo que los estudiantes en su tiempo libre hacen por diversión y aquello que en la escuela deben realizar. Aún si los maestros consideran que es importante que lo hagan, los estudiantes no suelen estar impresionados, por lo cual, no le dan mayor importancia. La motivación del estudiante, en pruebas tradicionales, se suele asociar con rendimiento académico. de ser así, unir el contenido escolar con la motivación natural que producen los juegos aumenta el potencial de atraer a los estudiantes desinteresados.

Otra característica de las evaluaciones de matemáticas a través de videojuegos que vale la pena destacar es que, según Firn (2016), brindan oportunidades para que los estudiantes hagan conjeturas, incorporen múltiples representaciones en su solución y discutan su razonamiento matemático con sus compañeros, algo que lo saca del rol de estudiante y lo convierte en un jugador que aprende, lo cual trae un impacto positivo en el rendimiento durante la evaluación.

Lo anterior transforma la prueba en un proceso de reflexión sobre el desempeño del estudiante sustentado en retos y estándares que enriquecen la ya mencionada retroalimentación inmediata, logrando que haga un mejor uso de lo que sabe y aprende cuando se le evalúa, pues ha entendido el contexto del videojuego y, aunque no sabe que está siendo evaluado, entiende qué debe hacer para completarlo.

El anterior recorrido teórico ha resaltado las motivaciones, beneficios y propuestas educativas de los videojuegos aplicados al aula, en especial, como herramienta evaluativa en el área de las matemáticas.

A través de la breve historia sobre pensamientos e investigación acerca de la relación entre juegos y educación, el presente trabajo encuentra conceptos sobre los cuales sustentar su propósito, ideas y percepciones que ayudaron a cementar el camino de las TIC hacia el aula a través de nuevas estrategias y actividades lúdicas que optimicen la labor docente.

La gamificación, la evaluación encubierta, y la ludificación del proceso evaluativo ubican este trabajo, no solo dentro de un contexto histórico más amplio, sino en ruta hacia el desarrollo de herramientas con visión de futuro, utilizando el conocimiento del pasado para construir estrategias innovadoras, con resultados equivalente a sus semejantes tradicionales, sobre los cuales se pueden basar acciones o conclusiones futuras.

Los capítulos siguientes describen el diseño y funcionalidad de **Plus FoodTruck Aritmético**, un concepto de juego que fue concebido para incorporar un mecanismo de evaluación objetivo y didáctico, enmarcado en estas pautas teóricas y con el objetivo de probar su valor como herramienta evaluativa que evidencia lúdicamente la capacidad de razonamiento requerida de los estudiantes para el uso de las operaciones matemáticas básicas.

Capítulo 3. Objetivos y metodología

3.1. Objetivos

En este capítulo se detalla el objetivo general que se pretende lograr con la investigación, los objetivos específicos que apuntarán a su obtención y la metodología empleada para el desarrollo del videojuego.

3.1.1. Objetivo general

- Desarrollar un videojuego educativo que realice la evaluación de las operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división en el área de matemáticas, cuyos resultados sean equivalentes a una evaluación tradicional.

3.1.2. Objetivos específicos

- Identificar los requisitos y funcionalidades para el desarrollo de un videojuego educativo con el propósito de evaluar las operaciones básicas.
- Analizar las temáticas de interés en los alumnos para el diseño y desarrollo de la evaluación encubierta con el videojuego.
- Evaluar las competencias de los alumnos en las operaciones básicas, de manera lúdica, a través de una evaluación encubierta con el videojuego educativo.
- Determinar el nivel de similitud entre la evaluación tradicional y la evaluación encubierta con el videojuego, a través del análisis de resultados en las pruebas realizadas con estudiantes de grado 4º de la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla.

3.2 Metodología

Dado que esta investigación tiene como objetivo principal el desarrollo de un videojuego educativo como herramienta de software evaluativa, se ha empleado la metodología de desarrollo ágil SCRUM para la planificación, seguimiento de procesos y construcción del videojuego; pues SCRUM, ha sido adoptada por la industria en un alto porcentaje y se encuentra fuertemente avalada en procesos de desarrollo de software alrededor del mundo. (VersionOne, 2018)

SCRUM, al ser una metodología de desarrollo ágil, “tiene como base la idea de creación de ciclos breves para el desarrollo, que comúnmente se llaman **iteraciones** y que en SCRUM se llamarán **“sprints”**” (Gallego, 2012). Por tanto, a través de estos breves ciclos, se favorece la agilidad en los procesos y adaptación al cambio. “Esta planificación a corto plazo permitirá tener software disponible y además ir aprendiendo del feedback para hacer una planificación más sensible”. (Robert G. Figueroa, Camilo J. Solis, Armando A. Cabrera, 2008)

Para el desarrollo de la investigación, se agruparon las actividades en sprints de desarrollo, seguidas de pruebas para validar el funcionamiento adecuado del videojuego y redefinición de procesos en los casos que fueran necesarios.

Los sprints planificados se detallan a continuación:

- **Sprint 1:** Revisión de bibliografía y antecedentes sobre evaluación con videojuegos.
- **Sprint 2:** Análisis de pruebas para evaluar operaciones básicas en educación primaria.
- **Sprint 3:** Definición pedagógica del videojuego y estructuración de preguntas evaluativas para el videojuego.
- **Sprint 4:** Diseño de videojuego.
- **Sprint 5:** Desarrollo de videojuego.
- **Sprint 6:** Pruebas del videojuego.

Capítulo 4. Diseño y desarrollo del videojuego

Este capítulo contiene los hitos que se llevaron a cabo para la construcción del videojuego **“Plus FoodTruck Aritmético”**, el cual puede ser accedido a través de su portal web: <http://e-digitalsolution.co/plus/>. Considerando la metodología ágil empleada, se plantearon dos grandes secciones, diseño y desarrollo, los cuales se especifican a continuación:

4.1. Diseño del videojuego

En esta sección se definen los cimientos para la elaboración del videojuego **“Plus FoodTruck Aritmético”**, iniciando desde la construcción de la pedagogía a través de tres etapas: 1) diseño del contenido educativo, 2) diseño del contenido lúdico y 3) relación de ambos contenidos (Natalia Padilla-Zea, N. Medina-Medina, Patricia Paderewski, Francisco L. Gutiérrez, José R. López Arcos, 2011, p. 4), las cuales darán la hoja de ruta para el levantamiento de requerimientos y, finalmente, se abordarán los requerimientos tecnológicos para el desarrollo del videojuego.

Antes de comenzar con el desarrollo del videojuego, es imprescindible encontrar el equilibrio entre los componentes educativos y lúdicos; por ello, se hace necesario “incorporar al profesor como parte activa del diseño del videojuego, con objeto de facilitar la inclusión de contenidos educativos adecuados y oportunos en los videojuegos que se van a utilizar” (Natalia Padilla-Zea et al., 2011, p. 3)

Otro aspecto, no menos importante, de cualquier proyecto de desarrollo de software, es el levantamiento de requerimientos pedagógicos y técnicos, para garantizar que el producto final cumpla con las especificaciones y necesidades planteadas inicialmente.

Por lo tanto, se han utilizado, como guía, entrevistas semiestructuradas a la docente del área, con el objetivo de identificar las necesidades que debe suplir el videojuego a nivel técnico y pedagógico, además de una encuesta a los estudiantes con el fin de reconocer gustos y afinidades, toda esta información útil para la construcción de la temática del videojuego. En los documentos Anexo 1. Encuesta semiestructurada de requerimientos pedagógicos a la docente y Anexo 2. Encuesta estructurada sobre gustos a usuarios finales, se detallan los aspectos tratados.

Etapa 1: Diseño del contenido educativo

En esta etapa del diseño, se describen los elementos para la construcción de la pedagogía, analizando las áreas de conocimiento, objetivos educativos, tareas o requerimientos educativos y el modelo educativo para la construcción del videojuego, planteado por Padilla-Zea (2011) en los siguientes pasos:

Paso 1: áreas de conocimiento: matemáticas

Paso 2: objetivos educativos: realizar operaciones matemáticas básicas con dígitos: sumar dígitos, restar dígitos, multiplicar dígitos y dividir dígitos.

Paso 3: requerimientos: utilizaremos la sigla **RP** (*Requerimientos Pedagógicos*) para describir los requerimientos que ayudarán al estudiante a desarrollar los objetivos planteados.

Tabla 1 Requerimientos Pedagógicos

Nº	Objetivos	Requerimientos
1	Sumar dígitos	“Realiza sumas con números de máximo 4 cifras”. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018). – RP 1
2	Restar dígitos	“Realiza restas con números de máximo 4 cifras”. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018). – RP 2
3	Multiplicar dígitos	<p>“Comprende la relación entre multiplicación y división. Por ejemplo, para encontrar $32 \div 8$, encuentra el número que, al ser multiplicado por 8, da 32.” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018) – RP 3</p> <p>“Realiza restas con números de máximo 4 cifras”. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018). – RP 4</p>

4	Dividir dígitos	<p>“Entiende que dividir corresponde a hacer repartos equitativos” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018) – RP 5</p>
5	Pensamiento lógico-matemático	<p>“Interpreta y representa datos de diferentes maneras” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Evaluación , 2018). Asociando representaciones gráficas a valores numéricos. – RP 6</p> <p>“Usa números de 0 a 999999. Tiene claro el concepto de unidad, decena y centena, etc.” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Evaluación , 2018) – RP 7</p> <p>“Resuelve distintos tipos de problemas que involucren sumas, restas, multiplicaciones y divisiones” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Evaluación , 2018) – RP 8</p> <p>“Resuelve problemas de proporcionalidad directa” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018) – RP 9</p> <p>Las preguntas que se planteen durante el transcurso del videojuego deben ser claras, conforme a lo establecido por el Ministerio de Educación Colombiano en el documento Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA, 2018) y promover el desarrollo del pensamiento lógico-matemático a través de la resolución de problemas de la vida real. – RP10</p>
6	Retroalimentación	<p>El puntaje mostrado al estudiante no debe evidenciar la calificación final; en su lugar, debe dar cuenta de los aciertos obtenidos en cada una de las preguntas. Es por ello que, para cada pregunta aprobada, el estudiante debe recibir 25 monedas. De este modo, se mantiene la evaluación encubierta y se le brinda el estímulo correspondiente para que demuestre satisfactoriamente las competencias. – RP 11</p>

	<p>El estímulo debe llevar al estudiante a superarse a sí mismo cada vez y continuar de manera consciente el videojuego, resolviendo las preguntas que allí se plantean y mostrando el dominio que posee sobre la temática trabajada, sin advertir que está siendo evaluado – RP 12</p> <p>La ambientación y los escenarios propuestos para el videojuego deben mantener el hilo conductor de la temática trabajada y adherirse a una estética acorde al público objetivo: estudiantes de cuarto grado de primaria. – RP 13</p> <p>El estudiante tiene que usar y combinar las operaciones matemáticas básicas: suma, resta, multiplicación o división para resolver el problema de acuerdo con la pregunta planteada. El orden de las operaciones es indiferente y se deben usar los resultados parciales para resolver las preguntas. – RP 14</p> <p>Durante el desarrollo del videojuego se deben tener en cuenta los aciertos y errores, de tal manera que se pueda dar fe del proceso pedagógico que siguió el estudiante en la actividad. Para el cálculo de la nota final, que será detallada en el informe del docente, se utilizará la siguiente fórmula matemática:</p> <p>Nota final: resultado de multiplicar el peso (valor) de cada pregunta por el número de respuestas correctas, así: $(0,25 \times \#TotalRespuestasCorrectas)$.</p> <p>Nota individual de cada operación: resultado de multiplicar el peso (valor) de cada pregunta por el número de respuestas correctas así: $(0,25 \times \#PreguntasOperacionesCorrectas)$. – RP 15</p>
--	--

Paso 4: modelo educativo: para la construcción del modelo educativo en el cumplimiento del primer objetivo, se asocia el requerimiento RP 1; para el segundo objetivo se relaciona el RP 2; para el tercer objetivo, se relacionan los requerimientos: RP 3, RP 4; para el cuarto objetivo, el requerimiento RP 5; para el quinto objetivo los requerimientos: RP 6, RP 7, RP 8, RP 9 y RP 10; y finalmente, para el sexto objetivo, los requerimientos: RP 11, RP 12, RP 13, RP 14 y RP15.

Etapa 2: Diseño del contenido lúdico

En la incorporación de los aspectos lúdicos con el contenido educativo del videojuego, es importante “mantener la homogeneidad en el proceso de diseño y facilitar la relación entre el aspecto educativo y la historia del juego” (Natalia Padilla-Zea et al., 2011, p. 5).

Por lo tanto, para la realización de las operaciones básicas a través del componente lúdico, se presenta el siguiente escenario educativo con las fases y retos para el videojuego.

Tabla 2 Definición de las fases para los retos del juego

Reto	Fases
Cobrar adecuadamente los pedidos que se presentan en pantalla	Revisar la lista de precios, sumar el precio de los productos para obtener el total, multiplicar el precio de los productos para obtener el total, escribir el valor total en la caja registradora.
Aplicar los descuentos correspondientes	Verificar el valor total del pedido, restar al valor total el valor del bono de descuento, restar al valor total el valor del billete entregado por el cliente.
Distribuir la cuenta entre los clientes	Dividir en las partes que el cliente solicite el valor total del pedido.

Tabla 3 Definición del escenario educativo del videojuego

Tipo de videojuego	Puzzle
Público objetivo	Niños de 10 años en adelante
Objetivo de enseñanza	Dominio de las operaciones matemáticas básicas
Modalidad	Individual
Plataforma	Computadora, navegador web, cualquier sistema operativo

Material adicional	Clases magistrales y ayudas didácticas para enseñar el tema.
Entorno	Ya que el videojuego incluye un componente estadístico que reporta el progreso y dificultades del estudiante, podría incluirse en un entorno e-Learning con un itinerario formativo y potenciar su alcance.
Metodología	Se puede jugar en el aula, supervisado por el docente



Tabla 4 Características del videojuego

Género	Aventura gráfica
Ambientación	Carrito de comidas rápidas o Food Truck
Personales	Principal: Cajero (jugador) Secundarios: Clientes
Estilo	2D, ilustración vectorial
Sonido	Realista, electrónico.

A manera de resumen, una síntesis y representación gráfica de estos elementos lúdicos en el videojuego, se detallan en la tabla 5 y en el diagrama de flujo a continuación:

Tabla 5 Guion del videojuego

Título	Videojuego educativo para evaluación de operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división		
Duración	60 minutos		
Escena	Acción	Audio	Imagen
1	Inicio del juego. Se presenta una imagen de bienvenida con los	Música de fondo.	Imagen:

	<p>botones de créditos, tutorial y jugar para iniciar el juego.</p> <p>Adicionalmente, debe existir un botón para silenciar y para activar la música.</p>	intro2.mp3	 <p>Imagen: btn_play</p> <p>Imagen: btn_tutorial</p> <p>Imagen: btn_credits</p> <p>Imagen: btn_sonido</p>
2	<p>Desarrollo del Juego.</p> <p>Al iniciar el juego se muestra la siguiente pantalla. Imagen 1: Inicio</p> <p>Luego deben ir apareciendo los pedidos (de forma aleatoria) en la ventana de diálogo como se ilustra en la imagen 2.: Pedido</p> <p>Los clientes también deben intercambiarse aleatoriamente con los pedidos. Imagen 3: Clientes</p> <p>Una vez el jugador ingrese el valor, el cliente debe irse con la expresión</p>		<p>Imagen 1: Inicio</p>  <p>Imagen 2: Pedidos</p>

	<p>correspondiente a cada caso e ingresar otro con un nuevo pedido. Imagen 4: Expresiones</p>	 <p>Imagen 3: Clientes</p>  <p>Imagen 4: Expresiones</p>  <p>Llegada Feliz Burla Enojado</p>
3	<p>Fin del juego:</p> <p>Una vez finalice el juego, debe mostrar el resultado de las monedas obtenidas.</p> <p>¡Ganaste X monedas!</p>	
Efectos sonoros	<p>Los efectos sonoros para cada situación se describen a continuación.</p> <p>Música de fondo: intro1.mp3 e intro2.mp3</p> <p>Para empezar el juego: Effect04.wav</p>	

Error: Effect47.wav

Correcto: S331.wav

Oprimir teclas de la caja registradora: Effect48.wav

Al ganar monedas: S34-WAV

Cuando aparece el pedido: FEEDBK04.wav

Cuando llega el cliente: Effect 49.wav

Cuando se va el cliente: Effect 50.wav

Fin del juego: Effect02.wav

Sonidos tomados del repositorio libre: <http://sh.st/sZGt5>

Imágenes adaptadas del repositorio libre: <https://freepik.es>

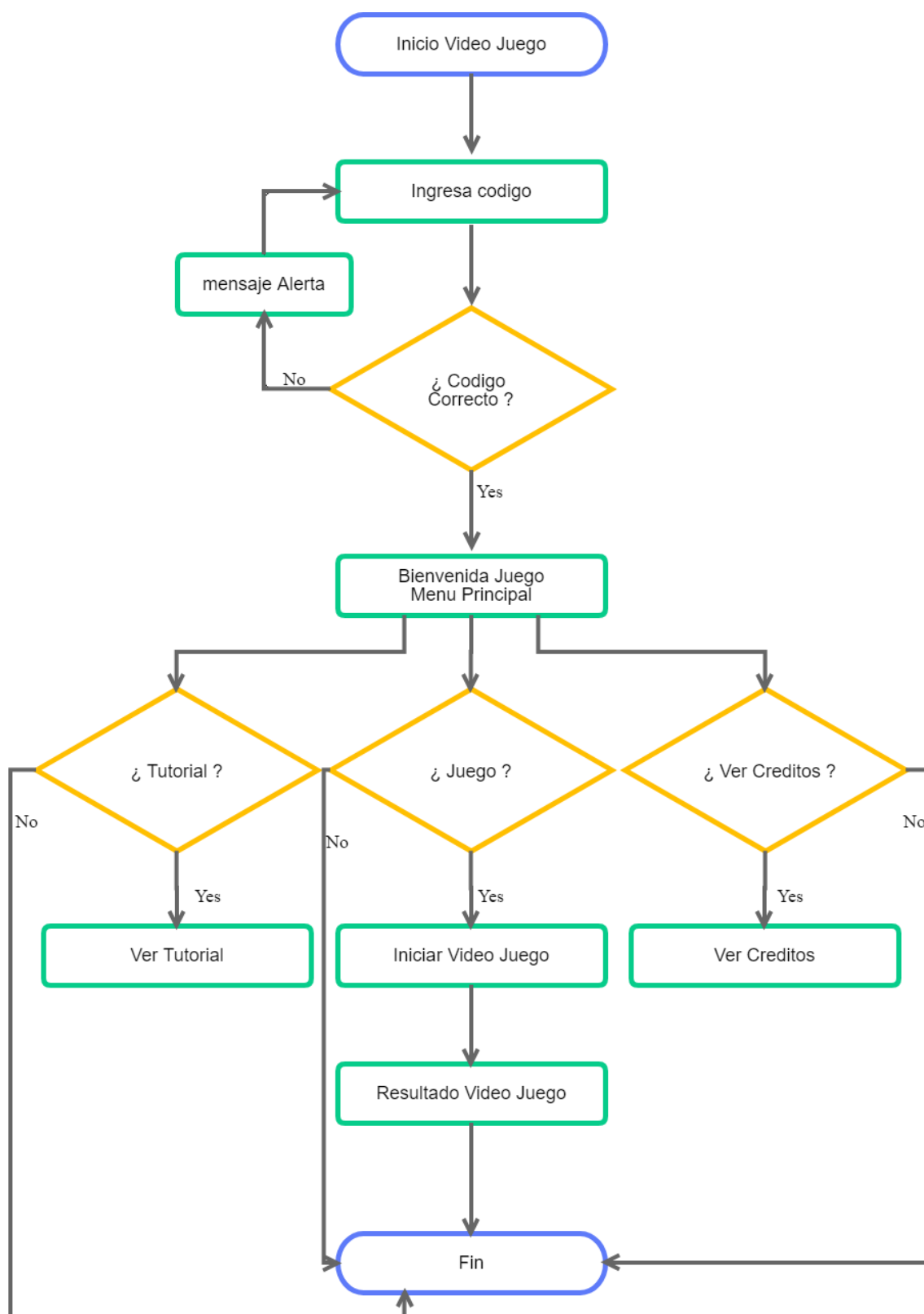


Ilustración 1. Diagrama de flujo videojuego

Etapa 3: Relación entre contenido educativo y lúdico

El videojuego presenta mecánicas sencillas que favorecen el potencial pedagógico y dinamizan la actividad. Así, el videojuego es visto desde una perspectiva 2D, simulando un escenario de la vida real en un carrito de comidas rápidas o Food truck, donde el jugador adopta el rol de Cajero y tiene como reto realizar las operaciones matemáticas correspondientes para cumplir con el cobro de los pedidos que se le presentan en pantalla.

En aras de garantizar que el jugador comprenda el procedimiento a seguir y evitar errores por mala interpretación, se presenta un videotutorial antes de iniciar el juego, que le sirve al estudiante como guía inicial del videojuego para ilustrarle sobre las dinámicas del mismo.

El jugador obtiene retroalimentación inmediata de las operaciones que realice. Si responde correctamente, escucha un sonido particular, acompañado de una expresión de aprobación en el rostro del cliente (sonrisa); si se equivoca en alguna de las operaciones, también escucha un sonido alusivo pero puede ser que la expresión en el cliente sea de desagrado (enojo) porque se le cobró más o una mofa (burla) porque se le cobró menos.

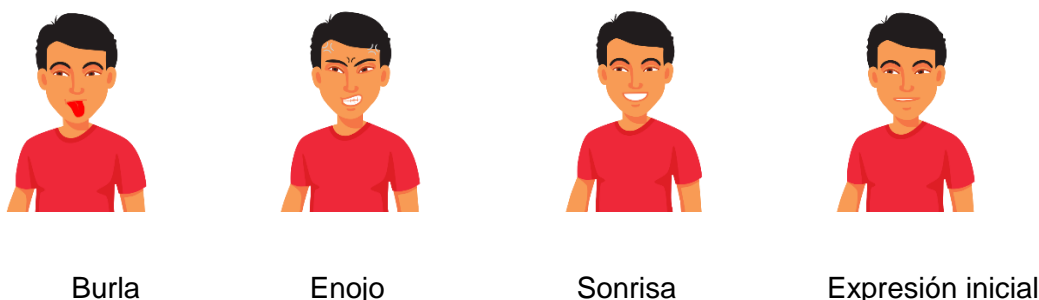


Ilustración 2. Expresiones del cliente. Fuente: Adaptado de Freepik.es (<https://www.freepik.es/>)

En cuanto al cálculo de la nota, el videojuego presenta cinco preguntas por cada operación básica, con un valor de 0.25, correspondiente a la escala valorativa institucional (0 a 5 puntos) y que puede ser homologada con la escala valorativa nacional (desempeño superior, desempeño alto, desempeño básico, desempeño bajo) (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Decreto N° 1290, 2009, p. 2)

En la práctica del videojuego, el jugador, a partir del pedido recibido, debe escribir con el teclado numérico el valor total a pagar (suma), las devoluciones de dinero de acuerdo a los descuentos generados por bonos o cupones de descuento (resta), el valor de los productos comprados por grupos (multiplicación) y las distribuciones equitativas del pedido por solicitud del cliente (división).

Para proporcionar mayor dinamismo, las preguntas aparecen de manera aleatoria con un máximo de 4 productos para las operaciones de suma y resta; y de 9 productos para la multiplicación y la división. Se muestra un ejemplo a continuación.



Ilustración 3. Entorno gráfico del videojuego. Fuente: Adaptado de Freepik.es (<https://www.freepik.es/>)¹

Como se observa en la Ilustración 3, en la parte superior de la pantalla, hay una barra donde el estudiante puede ver su nombre, el tiempo transcurrido y el avance que ha tenido en el juego a través de las monedas obtenidas por cada acierto en las preguntas.

Conforme al requerimiento pedagógico RP 12, cada vez que el estudiante acierte una pregunta, recibe 25 monedas que se acumulan durante toda la práctica del videojuego. Adicionalmente, si el jugador despacha el pedido antes que el reloj marque 30 segundos, obtiene 2 monedas adicionales.

Para ayudar al docente a detectar las falencias específicas en cada operación matemática, se le informa la nota individual por operación, así como el número de errores que cometió en cada una de ellas, empleando las fórmulas descritas en el requerimiento RP 15.

¹ Imágenes adaptadas de Freepik.es (<https://www.freepik.es/>)

Ejemplo:

- **Nota final:** 2.7
 - **Nota Suma:** 1.0 **Errores:** 4/5
 - **Nota Resta:** 4.0 **Errores:** 1/5
 - **Nota Multiplicación:** 3.5 **Errores:** 3/5
 - **Nota División:** 2.5 **Errores:** 2/5

Transcurridos 60 minutos de tiempo real, el videojuego termina, mostrando como resultado definitivo el número de monedas obtenidas. Además, el docente recibe un informe completo, descrito en los requerimientos RP 12 y RP 15. Dicho informe puede ser descargado desde el sistema online de gestión dispuesto para el docente, a través de la opción reporte de notas, como se muestran en las ilustraciones siguientes.

Plus! FoodTruck aritmético

Inicio Zona de Juego Zona de Profes **Panel de control**

Reporte de notas

N	Grado	Institución
1	4 C	Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla

Regresar Descargar en Excel

© 2018. Giselle Andrea Tamayo Mármol. Todos los derechos reservados.
Maestría en e-Learning y redes sociales - Universidad Internacional de la Rioja - UNIR

Ilustración 4. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección Reporte de notas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Código	Nombres	Aciertos Suma	Acierto Resta	Acierto Multiplicación	Acierto División	Nota final Suma	Nota final Resta	Nota final multiplicación	Nota final división	Nota Definitiva	Fecha test	
2	10	Jugador 1	5	2	5	5	1,25	0,5	1,25	1,25	4,25	28/08/2018 13:03	
3	11	Jugador 2	4	3	5	3	1	0,75	1,25	0,75	3,75	28/08/2018 13:57	
4	12	Jugador 3	4	3	4	4	1	0,75	1	1	3,75	28/08/2018 13:00	
5	13	Jugador 4	5	5	2	1	1,25	1,25	0,5	0,25	3,25	28/08/2018 13:44	
6	14	Jugador 5	2	0	1	0	0,5	0	0,25	0	0,75	28/08/2018 13:32	
7	15	Jugador 6	3	4	4	0	0,75	1	1	0	2,75	28/08/2018 13:00	
8	16	Jugador 7	2	3	5	4	0,5	0,75	1,25	1	3,5	28/08/2018 12:53	
9	17	Jugador 8	3	3	5	5	0,75	0,75	1,25	1,25	4	28/08/2018 13:08	
10	18	Jugador 9	4	3	4	2	1	0,75	1	0,5	3,25	28/08/2018 12:54	
11	19	Jugador 10	2	0	3	0	0,5	0	0,75	0	1,25	28/08/2018 12:58	
12	20	Jugador 11	2	2	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	2	28/08/2018 13:48	
13	21	Jugador 12	4	2	1	1	1	0,5	0,25	0,25	2	28/08/2018 14:07	
14	22	Jugador 13	5	0	4	0	1,25	0	1	0	2,25	28/08/2018 13:52	
15	23	Jugador 14	5	3	4	0	1,25	0,75	1	0	3	28/08/2018 13:04	
16	24	Jugador 15	4	3	4	3	1	0,75	1	0,75	3,5	28/08/2018 12:53	

Ilustración 5. Archivo descargable - Reporte de notas

- **Requerimientos tecnológicos**

De acuerdo con la información proporcionada por la docente del área, quien conoce las necesidades para la valoración de las temáticas propuestas, se definen los requerimientos de funcionamiento técnico y tecnológico que deben llevarse a cabo en cada una de las iteraciones y así cumplir con el objetivo propuesto en este trabajo.

Para describir los requerimientos técnicos, utilizaremos la sigla **RT** (*Requerimientos Técnicos*)

Tabla 6 Requerimientos técnicos

Nº	Objetivo	Requerimiento
1	Compatibilidad multiplataforma	Dadas las capacidades tecnológicas de la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla, el videojuego debe realizarse a través de un ordenador. – RT 1
2		Para la ejecución del videojuego, se deben emplear los periféricos básicos del ordenador: teclado, mouse y pantalla, disponibles en el aula de informática donde se desarrollará la prueba con estudiantes. – RT 2
3		El videojuego debe ser compatible con el sistema operativo Windows, ajustándose a la resolución de pantalla utilizada en la sala de cómputo de la

		Institución. – RT 3
4	Identificación del jugador	Para facilidad del docente, el registro inicial de los jugadores debe ser cargado de forma masiva, incluyendo nombres, apellidos y un código para identificar a cada estudiante. – RT 4
5	Análisis de información	El informe con el reporte de los puntajes obtenidos debe ser alojado en la nube y accesible desde Internet. – RT 5

4.2. Desarrollo del videojuego

- Descripción de la herramienta desarrollada

En el escenario deseado para el desarrollo de un videojuego, se debe contar con el apoyo de profesionales idóneos: programadores, artistas gráficos y audiovisuales, recursos económicos para la contratación y adquisición de las herramientas tecnológicas necesarias. Sin embargo, dado que el proyecto **“Plus FoodTruck Aritmético”** es un trabajo individual, los recursos tecnológicos y económicos son limitados, por consiguiente, el videojuego se desarrolla como un mínimo producto viable (MPV) y en etapa de prototipo.

Para la construcción de este videojuego, se empleó como motor para definición de escenarios, prototipado y desarrollo, *Unity*, en su versión libre, pues es considerado uno de los motores para creación de videojuegos más robustos del mercado, posicionado como “una de las competencias tecnológicas de mayor demanda y tiene una de las tasas de crecimiento proyectado más altas, de más del 35 % en los próximos dos años” (Burning Glass Technologies, 2018). *Unity* puede ser descargado libremente a través de su sitio oficial <https://store.unity.com/es>.

Como ya se ha planteado, los reportes generados por el videojuego pretenden ser equivalentes a los de una evaluación escrita presentada en un modelo tradicional; así, entonces, avanzar en el videojuego debería suponer evidencia suficiente de dominio de la temática planteada. Por tanto, para el desarrollo de estos reportes se utilizó el lenguaje de programación PHP con base de datos MySQL, acompañado de HTML y CSS para la definición de los estilos gráficos, garantizando de este modo el cumplimiento de los requerimientos técnicos RT1, RT2 y RT3.

- **PHP**

Lenguaje de programación web de código abierto e independiente de plataforma, sus siglas son el acrónimo de Hipertext Preprocesor y cuenta con una gran librería de funciones y amplia documentación (Alvarez, 2001). PHP puede ser descargado libremente a través de su sitio oficial <http://php.net/downloads.php>.

- **MySQL**

Motor de base de datos de código abierto, *Open Source*, podría decirse que es la base de datos por excelencia del código abierto ya que permite la construcción sencilla y eficiente de sitios web dinámicos (Cobo, Gómez, Pérez, & Rocha, 2005). MySQL puede ser descargado libremente a través de su sitio oficial <https://dev.mysql.com/downloads/mysql/>.

- **HTML**

Lenguaje de marcación de elementos interpretado por cualquier navegador y utilizado para crear documentos de hipertexto, con el que se define el contenido de las páginas web. Se trata de un conjunto de etiquetas que sirven para definir los elementos que conforman un sitio web (Alvarez, 2001).

- **CSS**

Hojas de estilo en cascada por sus siglas en inglés *Cascading Style Sheets*. Esta tecnología permite crear páginas web eficientes que separan el contenido o información de la parte gráfica o estilos (Alvarez, 2001).

Para el diseño y adecuación de la interfaz, escenarios y demás componentes gráficos que se emplearon en el prototipo del videojuego, se consideró el software de diseño de uso libre *Inkscape*, software de vectores gráficos de calidad profesional para Windows, Mac OS X y GNU/Linux. Tiene herramientas de dibujo sofisticadas y permite exportar e importar varios formatos de archivo, con interfaz sencilla y soporte multilenguaje. *Inkscape* puede ser descargado libremente a través de su sitio oficial <https://inkscape.org/es/release/0.92.3/>

Por otra parte, las imágenes requeridas fueron obtenidas del repositorio con licencia *creative commons* <https://www.freepik.es> y editadas para la realización de este trabajo. Los sonidos se tomaron del repositorio libre: <http://sh.st/sZGt5>

En la ejecución de este sprint, denominado: Desarrollo del videojuego, se contemplaron dos fases: 1) Construcción gráfica de la temática para el videojuego y 2) Programación técnica del videojuego bajo el motor Unity.

Fase 1: Construcción gráfica de la temática para el videojuego

- Definición de escenarios

En la definición de escenarios, se tomó como referencia un ambiente real y cercano para el público objetivo, además de colores llamativos, pues, a través del color se transmiten mensajes a quienes participan del videojuego, impactando de este modo en su comportamiento y atención (Contreras, 2014).

Teniendo en cuenta las relaciones de aspecto y proximidad que se deseaban lograr entre el videojuego y el jugador, se realizaron varios prototipos de diseño hasta lograr una interfaz sencilla y agradable. Las siguientes ilustraciones muestran la evolución a nivel gráfico del videojuego.



Ilustración 6. Evolución gráfica escenarios



Ilustración 7. Evolución gráfica logotipo



Ilustración 8. Evolución gráfica elementos

- Incorporación de gráficos y flujo del videojuego

El videojuego “**Plus FoodTruck Aritmético**” puede ser ejecutado desde cualquier computador con conexión a Internet. El ingreso se realiza a través de la página web <http://e-digitalsolution.co/plus/> en la sección *Zona de juegos*, la cual está destinada para los estudiantes.



Ilustración 9. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético

A su vez, el docente ingresa desde la opción *Zona de Profes*, con el usuario y contraseña indicados, para descargar los códigos y habilitar el acceso a los estudiantes en el videojuego, así como para visualizar el reporte final de notas, conforme a los requerimientos técnicos RT 4 y RT5.

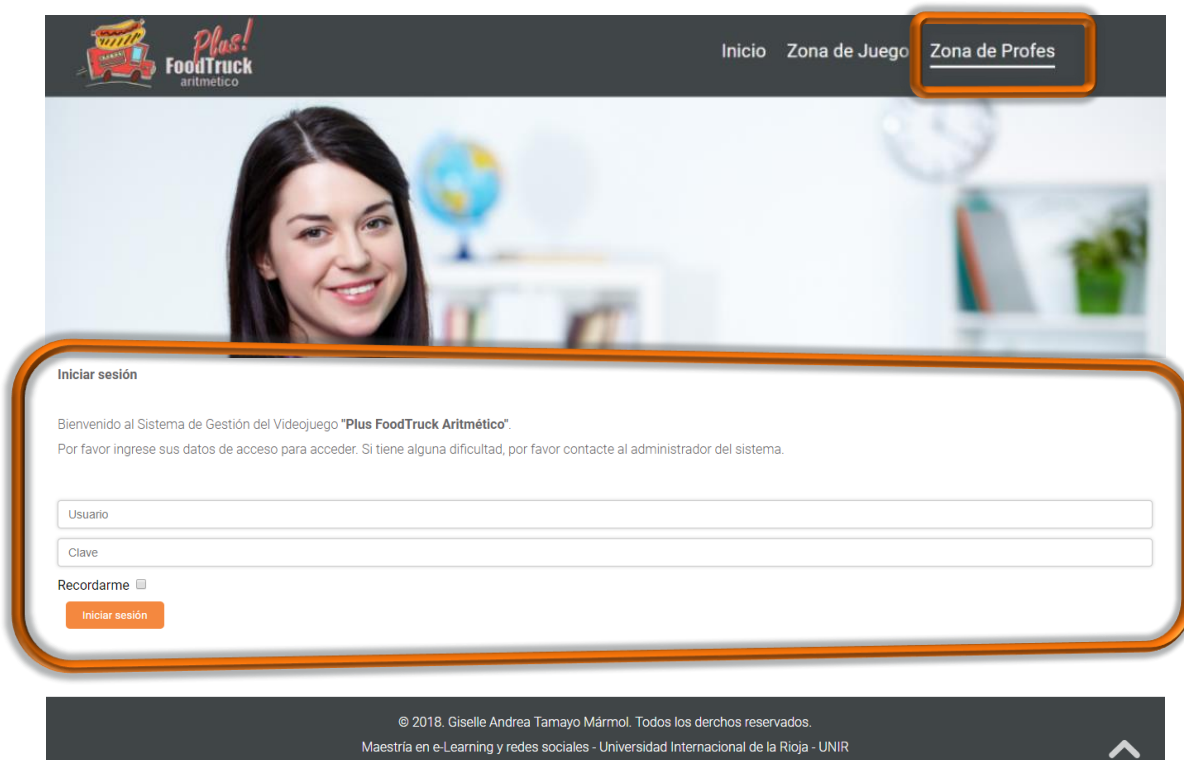


Ilustración 10. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético - sección Zona de Profes



Ilustración 11. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético - Pantalla principal sistema online de gestión docente.



Ilustración 12. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección Carga de usuarios



Ilustración 13. Página web videojuego Plus FoodTruck Aritmético – sección consulta de usuarios

Antes de iniciar, el jugador debe ingresar un código único de identificación para garantizar la trazabilidad de la información y la relación de la nota con el estudiante.



Ilustración 14. Inicio de sesión

Una vez el jugador se ha autenticado, podrá ver la información sobre los créditos del desarrollo, un tutorial que le indicará rápidamente cómo interactuar con el videojuego, un botón para activar o silenciar el sonido y el botón de *Jugar* que le permitirá iniciar con el videojuego.

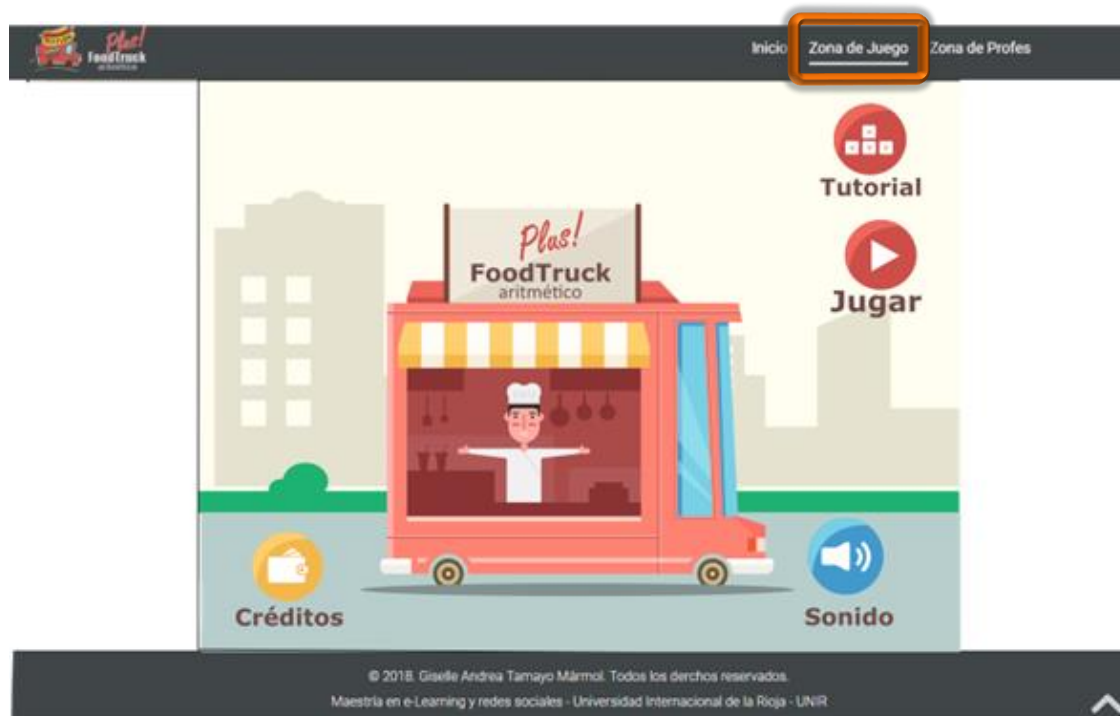


Ilustración 15. Inicio del videojuego

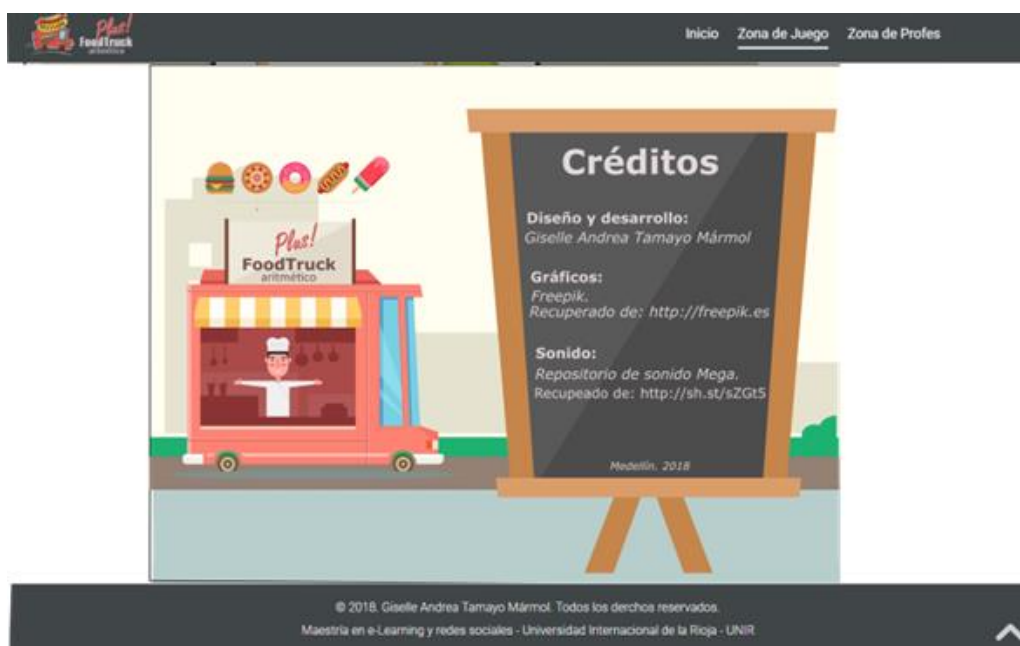


Ilustración 16. Créditos del videojuego

En la práctica del videojuego, el estudiante debe resolver los retos que se presentan para cada operación. La Ilustración 17 muestra la representación para la operación suma.

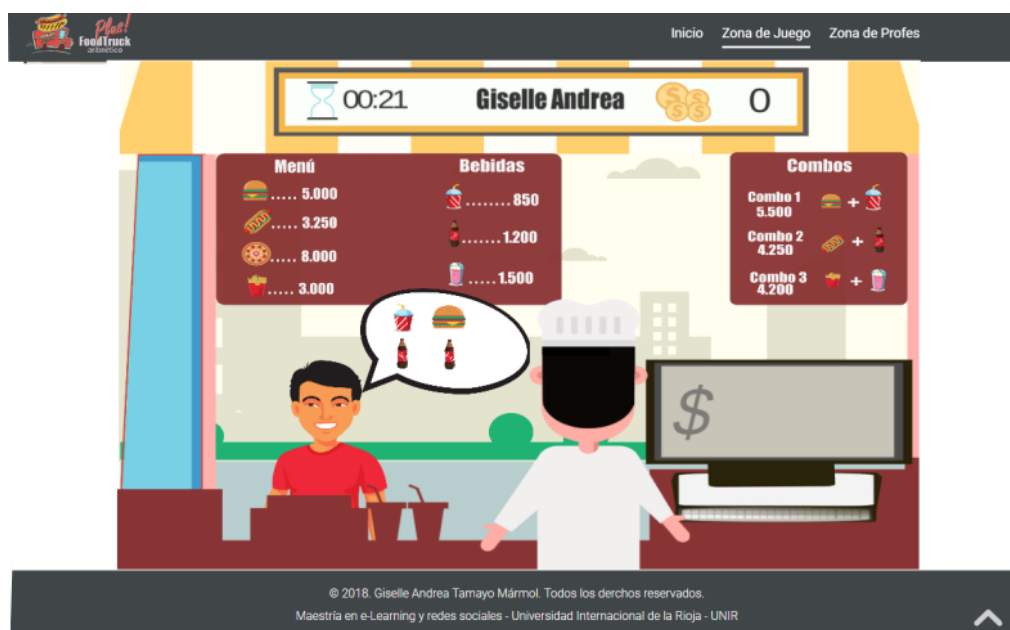


Ilustración 17. Desarrollo del videojuego - operación suma

En las Ilustraciones 18 y 19, luego de realizar la suma, se le pide al jugador que haga la devolución del pago sobre el pedido que entrega el cliente, apareciendo así el reto para la operación resta, ya sea con la entrega directa de dinero en efectivo o mediante una rebaja a partir del valor aleatorio en un cupón de descuento.



Ilustración 18. Desarrollo del videojuego - operación resta con dinero

La Ilustración 18 representa el escenario ideal cuando el valor ingresado por el jugador corresponde al resultado correcto de la suma.

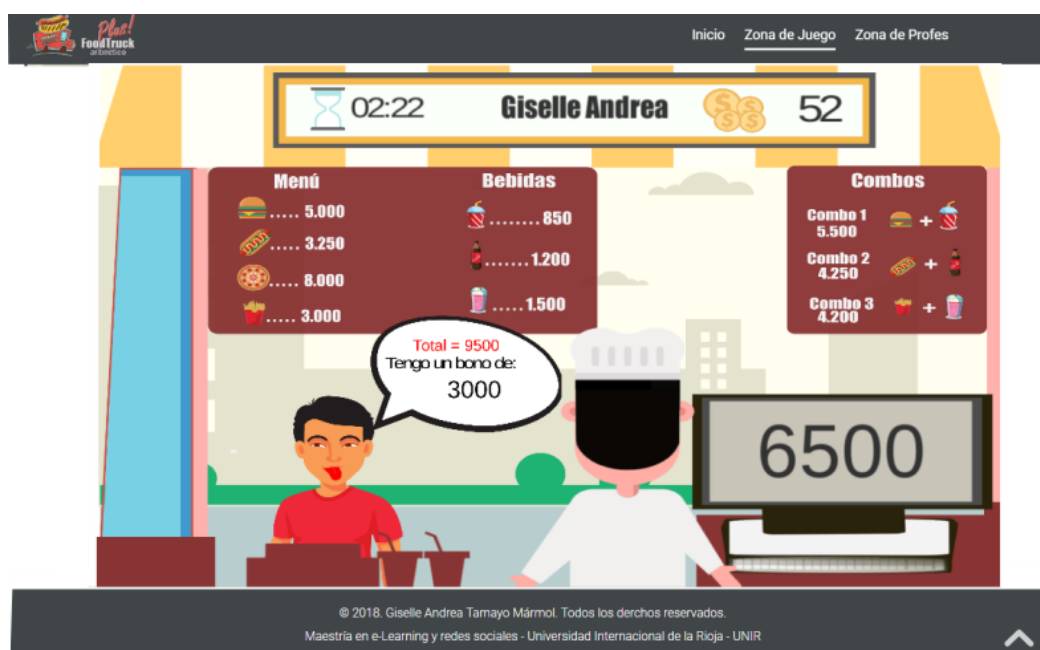


Ilustración 19. Desarrollo del videojuego - operación resta con bono

La Ilustración 19 muestra la expresión del cliente, cuando el jugador se equivoca e ingresa un valor inferior a la suma total de los productos.

Una vez superados los 10 retos de suma y resta, el jugador encuentra el siguiente reto, relacionado con la multiplicación, el cual es representado con un pedido en grupo que oscila entre los 2 y 9 productos. Esta representación se hace por medio de los combos, tal como se muestra en la Ilustración 20.

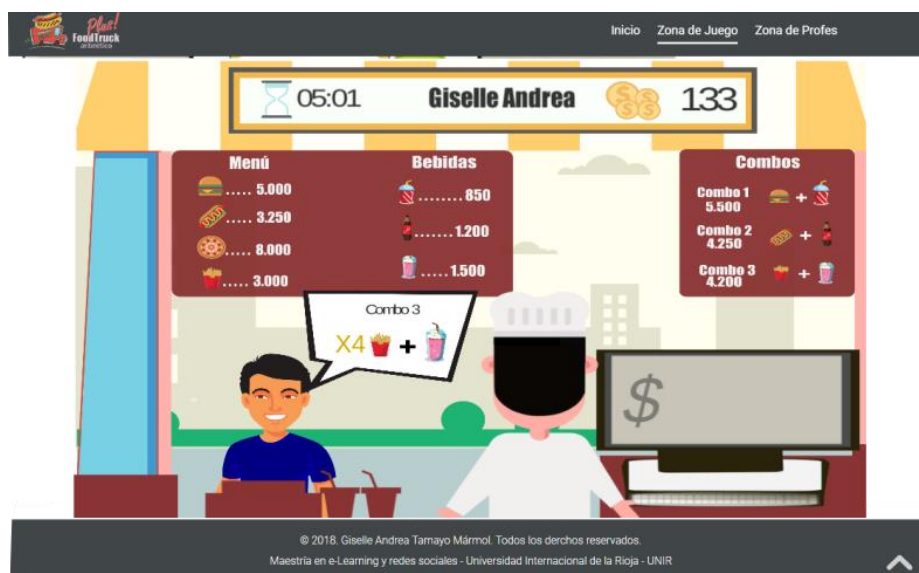


Ilustración 20. Desarrollo del videojuego - operación multiplicación

Para el último reto, división, se toma el resultado parcial de la operación anterior, la multiplicación, y se le pide al jugador que realice una distribución equitativa entre un número aleatorio de personas. Este número varía entre 2 y 9.



Ilustración 21. Desarrollo del videojuego - operación división

Finalmente, superados todos los retos y contabilizados el número de aciertos, el videojuego indica al estudiante, a través de un mensaje, el total de monedas que alcanzó, así como se muestra en la Ilustración 22.



Ilustración 22. Fin del videojuego

Fase 2: Programación del videojuego

- **Arquitectura de hardware y software**

Teniendo en cuenta las actuales tendencias en materia de desarrollo y para facilitar la disponibilidad del videojuego, Plus, fue implementado como una aplicación online que puede ser accedida por los usuarios finales a través de un navegador web desde cualquier lugar del mundo con acceso a Internet.

Para ello, se empleó una arquitectura cliente-servidor, como se observa en la Ilustración 23, por medio de la cual toda la información, validaciones y exigencias de software residen en el servidor, quien interpreta el código PHP y se conecta a la base de datos MySQL para consulta y resguardo de la información.

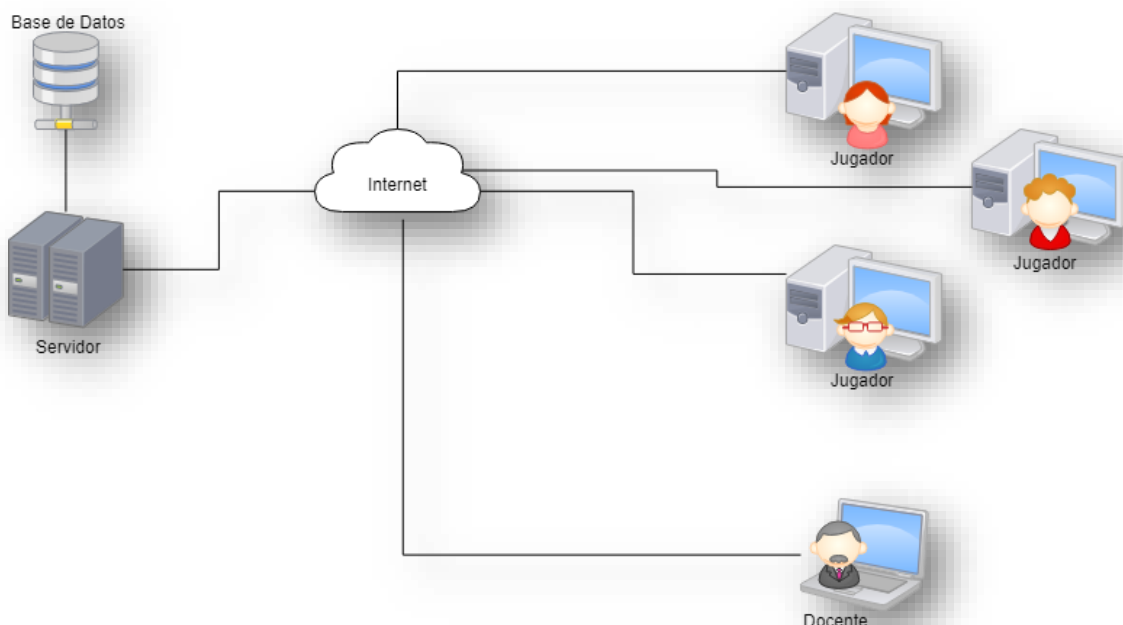


Ilustración 23. Arquitectura cliente-servidor

Como se mencionó anteriormente, el videojuego utiliza el motor de base de datos MySQL, bajo un modelo que consta de seis tablas, en las que se relacionan los datos del usuario administrativo y su rol, a través del cual, tendrá acceso al reporte completo de las notas obtenidas durante la práctica del videojuego. Por otro lado, se encuentra la tabla denominada jugador, con la información básica de los estudiantes, el grado, la institución a la que pertenecen y el número de aciertos obtenidos por cada operación.

Para el desarrollo de este proyecto se tomaron como insumo los datos de estudiantes de grado 4° de la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla, sin embargo, para efectos de Habeas Data la información personal de los niños no será referenciada en ningún caso. En el Anexo 3. Carta solicitud de permiso para práctica se oficializa este tema.

La siguiente ilustración, representa el modelo Entidad Relación E/R que soporta la información recogida por el videojuego.

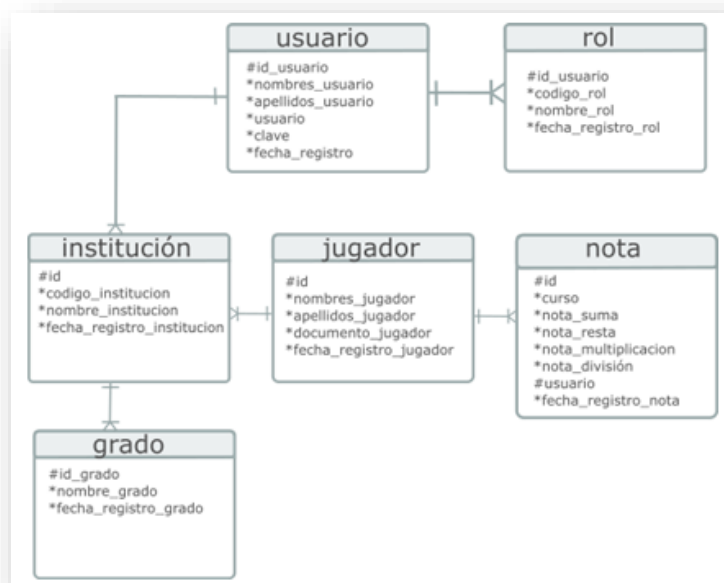


Ilustración 24. Modelo Entidad Relación.

- **Codificación del videojuego**

La codificación de Plus FoodTruck aritmético en el motor de desarrollo para videojuegos Unity, se realizó bajo los conceptos de trabajo recomendados por la empresa. Dentro de ellos se destacan: el manejo de escenas, los GameObjects y los Scripts.

Escenas

Por medio del uso de escenas se crearon los ambientes para cada una de las secciones del videojuego: inicio de sesión, menú principal, créditos, escenario principal donde se desarrolla el videojuego y puntaje final. A continuación, se muestra el desarrollo de una escena.

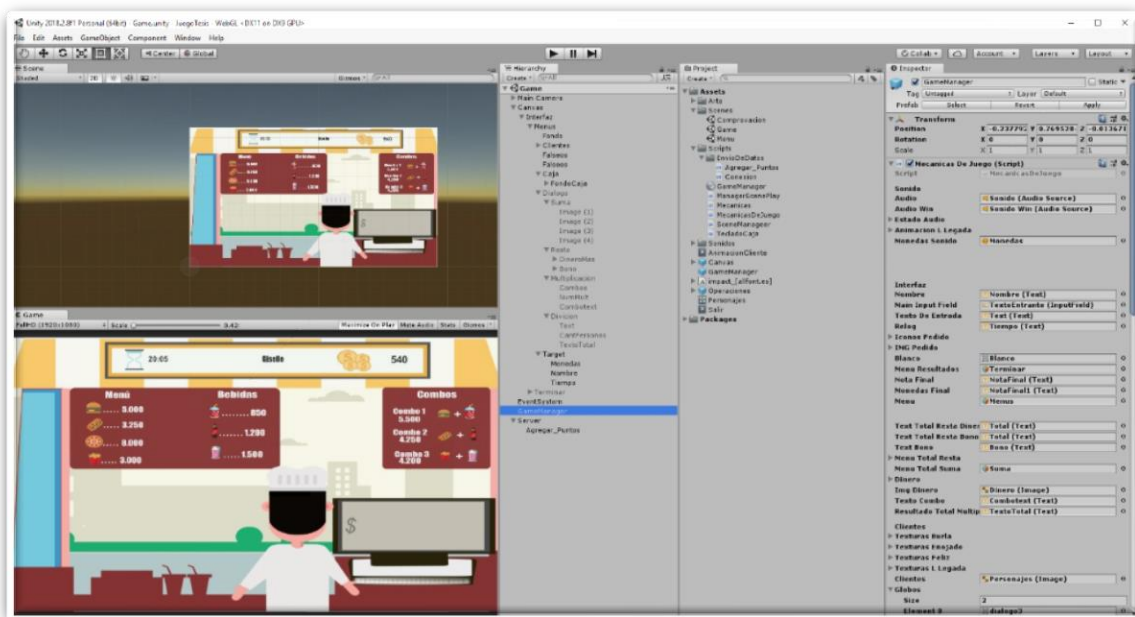


Ilustración 25. Motor de videojuego Unity - escena

GameObjects

A través de los elementos `GameObjects` es posible establecer propiedades y características que permiten la construcción de un personaje, la siguiente imagen ilustra un objeto de este tipo en la construcción del videojuego.

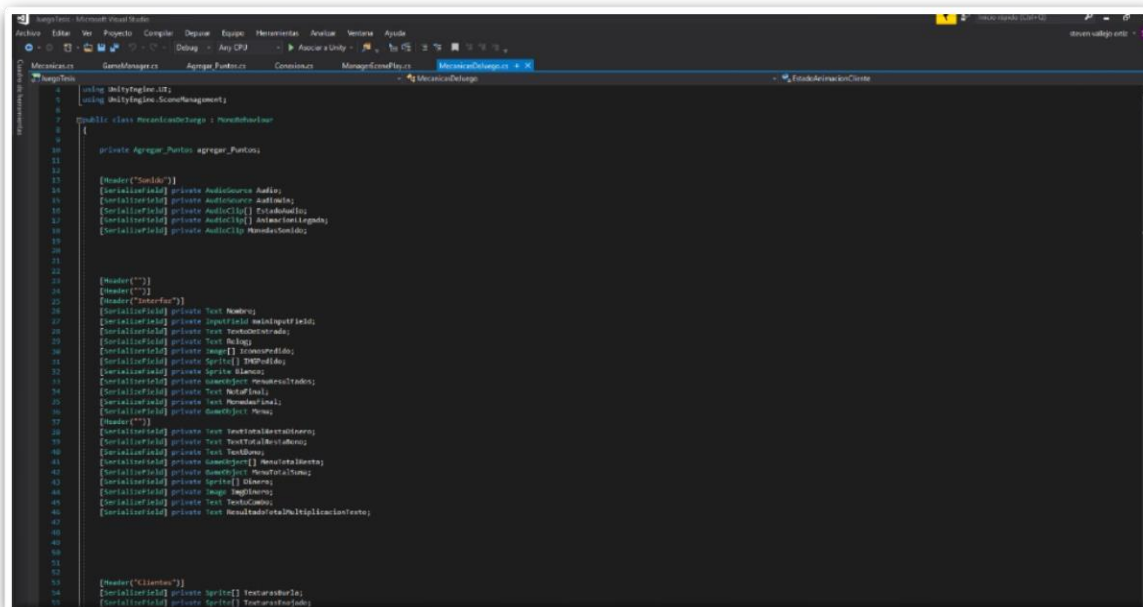


Ilustración 26. Motor de videojuegos Unity – GameObject

Videojuego educativo para evaluación de operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división

Scripts

Para el desarrollo y programación del videojuego se hizo necesario la construcción de scripts a través de algoritmos que definieran los parámetros de comportamiento, recibieran, enviaran las variables de identificación y puntaje para cada jugador, así como la realización de los cálculos asociados a los retos presentados en el videojuego. En las imágenes a continuación se observan secciones del código para la elaboración de los retos.

```
case 0:

    ImgCombos.sprite = Combos[0];
    PreciosCombos = 5500;

    break;

case 1:

    ImgCombos.sprite = Combos[1];
    PreciosCombos = 4250;
    break;

case 2:

    ImgCombos.sprite = Combos[2];
    PreciosCombos = 4200;
    break;
```

Ilustración 27. Motor de videojuegos Unity – script combos

```
public IEnumerator Animacion()
{
    enAnimacion = true;
    ObjetosInterfazAnimacion[1].SetActive(false);
    yield return new WaitForSeconds(0.2f);
    Personaje.SetTrigger("Salir");
    EstadoRespuestarapida = false;
    yield return new WaitForSeconds(0.5f);
    estadoActividadCliente = false;
    yield return new WaitForSeconds(3.0f);
    Clientes.enabled = false;
    AleatorioCliente = Random.Range(0, 3);
    yield return new WaitForSeconds(1f);
    Personaje.SetTrigger("Entrar");
    Audio.PlayOneShot(AnimacionLlegada[0]);
    yield return new WaitForSeconds(1f);

    Clientes.enabled = true;
    yield return new WaitForSeconds(1f);
    ClienteAleatorio(3);
    yield return new WaitForSeconds(5f);
    MenuTotalResta[0].SetActive(false);
    MenuTotalSuma.SetActive(true);
    yield return new WaitForSeconds(0.2f);
    enAnimacion = false;
    estadoActividadCliente = true;
    ObjetosInterfazAnimacion[1].SetActive(true);
    Audio.PlayOneShot(AnimacionLlegada[1]);
    yield return new WaitForSeconds(0.2f);
    ClienteAleatorio(2);
    EstadoRespuestarapida = true;
    TiempoDeRespuestaRapida = 0;
```

Ilustración 28. Script comportamiento clientes


```

public void _0()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown(KeyCode.Alpha0);
}

public void _1()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("1");
}

public void _2()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("2");
}

public void _3()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("3");
}

public void _4()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("4");
}

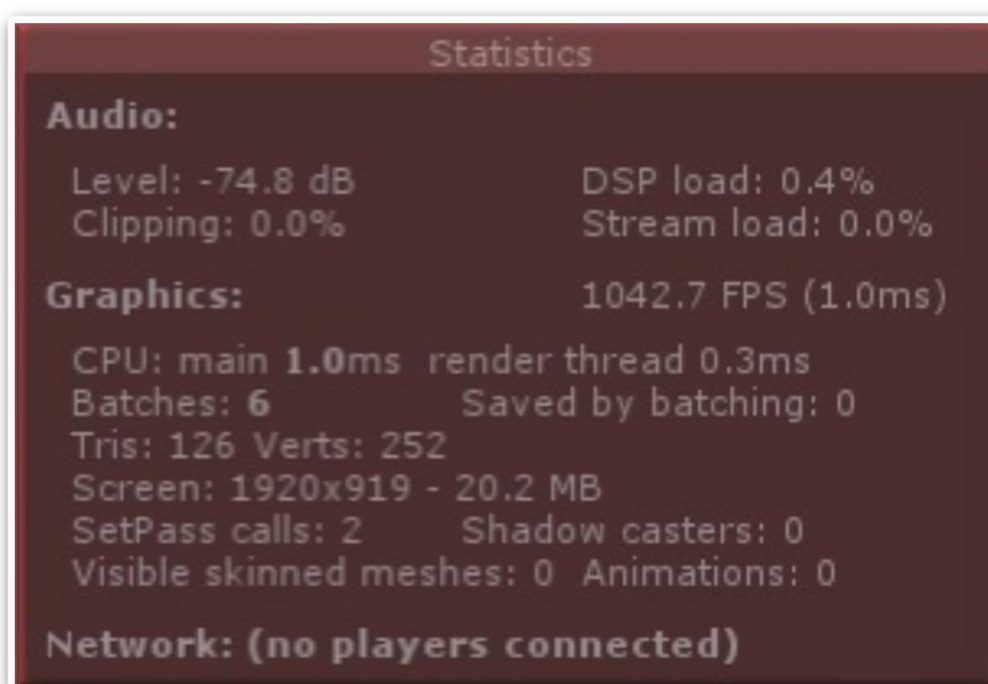
public void _5()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("5");
}

public void _6()
{
    mainInputField.ActivateInputField();
    Input.GetKeyDown("6");
}

```

Ilustración 29. Script de control para ingreso de números

Finalmente, gracias a las herramientas para depuración y análisis de Unity es posible verificar que el rendimiento sea adecuado para los dispositivos que se encuentran en la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla. La siguiente ilustración muestra el reporte estadístico y de rendimiento para este caso.



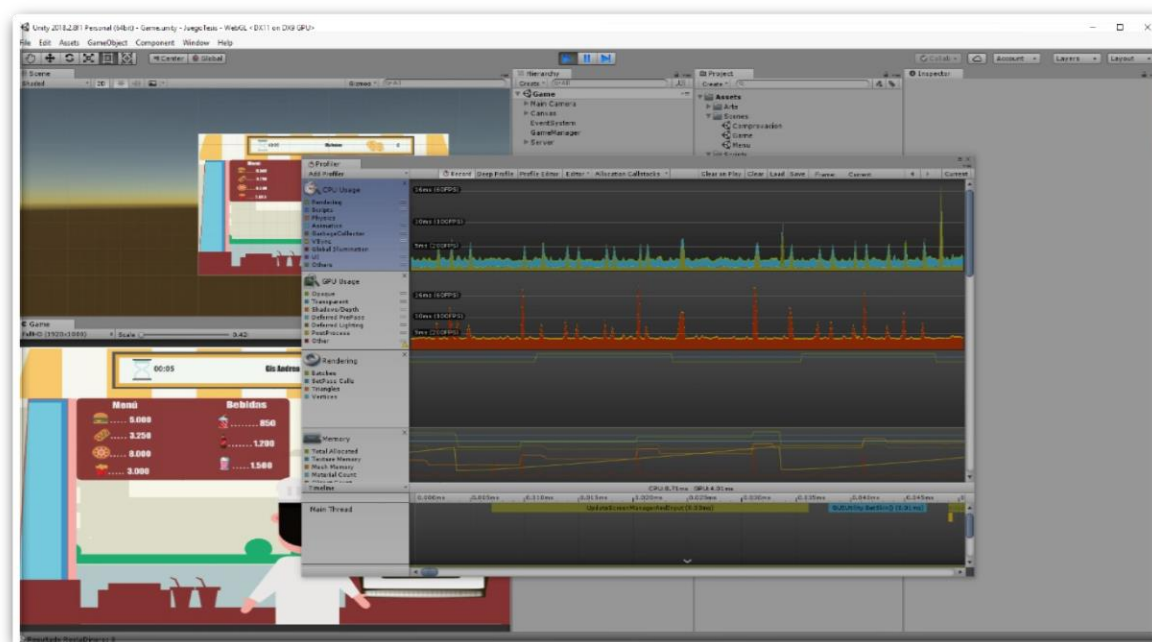


Ilustración 30. Motor de videojuegos Unity - estadísticas de rendimiento

Con esto finaliza la exposición del diseño y desarrollo del videojuego, por lo que a continuación, en el siguiente capítulo, se presenta la experimentación realizada en el último sprint con las pruebas y evaluación del software construido.

Capítulo 5. Pruebas y evaluación del videojuego

Todo proyecto de software requiere diferentes pruebas, que van desde su parte operativa y técnica como las pruebas funcionales, no funcionales, de caja negra y estructurales; hasta las pruebas de usuario, para medir el nivel de usabilidad con las personas que interactúan en el sistema y las pruebas de pertinencia del aplicativo.

Para el desarrollo de este capítulo, se exponen las pruebas orientadas en dos aspectos principales: 1) pruebas de desarrollo funcionales y 2) pruebas con usuarios.

5.1. Pruebas de desarrollo

De acuerdo con la metodología ágil empleada para el desarrollo de este proyecto, las pruebas funcionales de desarrollo se llevaron a cabo durante las entregas parciales de los sprints 5 y 6.

Estas pruebas se realizaron con el apoyo de un grupo integrado por 10 personas entre las cuales se encuentran: Licenciados en educación básica primaria con énfasis en Ciencias Sociales y Matemáticas, Ingenieros y estudiantes. En el Anexo 4. Curriculum expertos, se detallan los perfiles profesionales.

Dichas personas accedieron de manera voluntaria a realizar pruebas sobre el prototipo del videojuego, brindando retroalimentaciones desde su experticia y conocimiento. La metodología para el seguimiento y control de estas pruebas se llevó a cabo por medio del software de administración de proyectos con interfaz web, Trello², donde se registraron las observaciones, correcciones y sugerencias realizadas por los expertos como se puede observar en el Anexo 5. Tablero Videojuego.

Para la recolección de esta información, se emplearon canales de comunicación en su mayoría virtuales tales como chats, correo electrónico y videoconferencia debido a la dificultad para coordinar las agendas y el desplazamiento de cada uno de los expertos; sin embargo, en algunas ocasiones se tuvieron encuentros presenciales.

A medida que se recolectaba la información, de acuerdo con la metodología ágil mostrada en la imagen 31, se realizaban los ajustes y se probaba nuevamente el videojuego.

² <https://trello.com/>

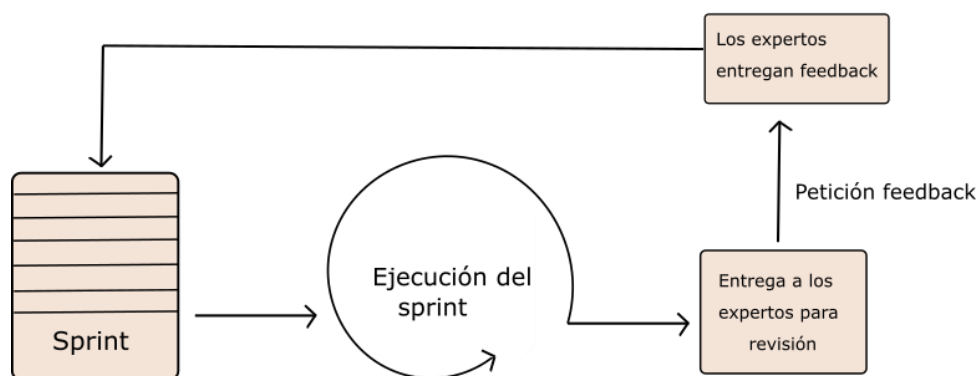


Ilustración 31. Metodología SCRUM - pruebas

Durante las pruebas se hallaron problemas en el funcionamiento tales como:

- Cálculo incorrecto de las operaciones
- Desconexión entre el sonido y la animación
- Comportamientos incorrectos en las expresiones de los clientes
- Problemas en las dimensiones de las imágenes y fondos
- Problemas de carga en conexiones lentas

Este proceso se realizó durante 4 semanas hasta obtener el producto final del videojuego presentado en este trabajo. A continuación, se muestran algunas evidencias gráficas recogidas durante las semanas destinadas para pruebas.

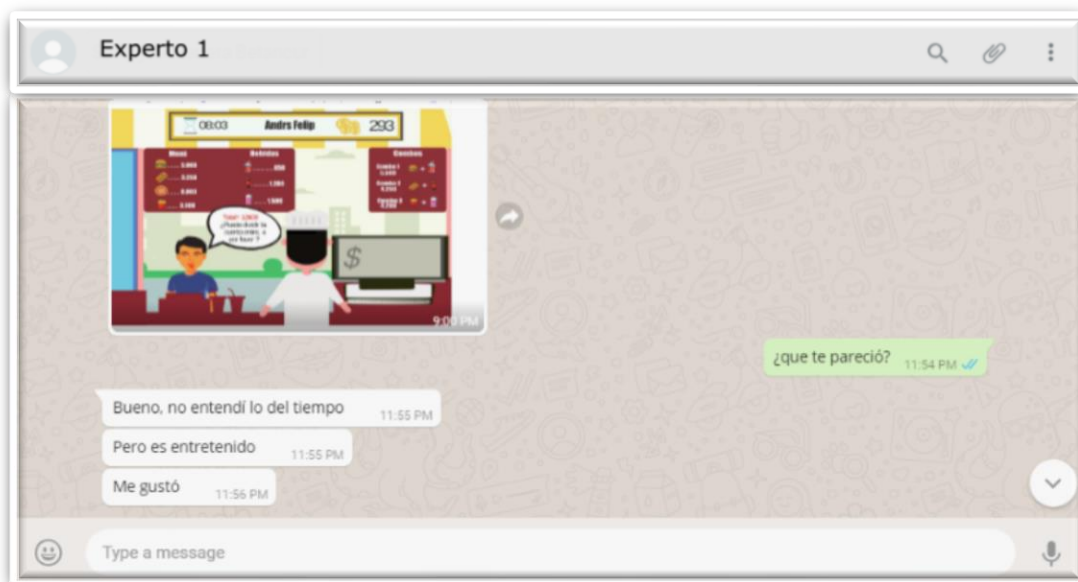


Ilustración 32. Feedback – chat



Ilustración 33. Feedback – correo electrónico solicitud

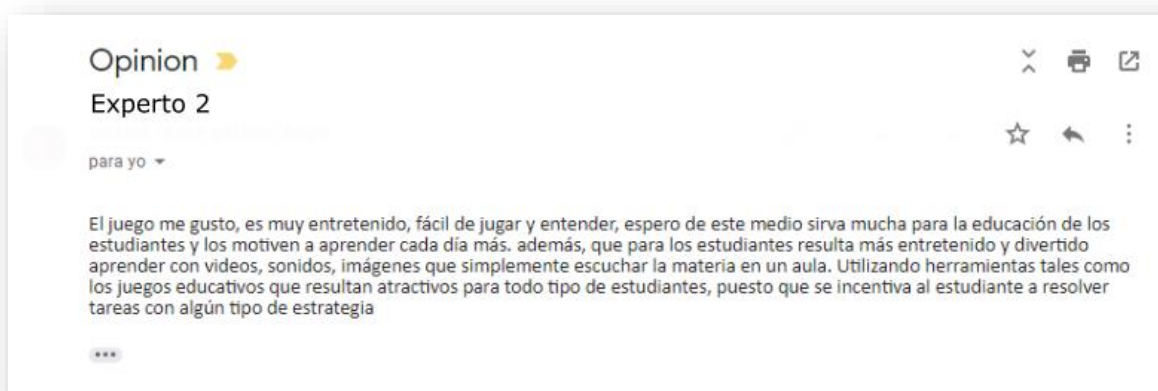


Ilustración 34. Feedback – correo electrónico respuesta

Todos estos reportes fueron de gran ayuda, pues se corrigieron las inconsistencias a su debido tiempo antes de la prueba con los usuarios finales en la Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla, lo que facilitó el correcto flujo del proceso y aplicación exitosa de la misma.

5.2. Pruebas con el grupo de estudiantes

Finalizadas las pruebas funcionales y revisiones con los expertos, se procede a realizar las pruebas con un grupo de 15 estudiantes del grado cuarto de primaria de la Institución

Educativa Rodrigo Lara Bonilla, compuesto por 9 hombres y 6 mujeres, con edades entre los 9 y 12 años. En la siguiente tabla se muestra el rango de edades.

Tabla 7. Listado sexo y edad

Sexo	Edad
Hombre	9 años
Hombre	9 años
Hombre	9 años
Hombre	12 años
Hombre	12 años
Hombre	12 años
Hombre	11 años
Hombre	10 años
Hombre	10 años
Mujer	11 años
Mujer	10 años
Mujer	10 años
Mujer	9 años
Mujer	9 años
Mujer	9 años

Antes de emplear el videojuego, los estudiantes realizaron una evaluación tradicional sobre las operaciones básicas, similar a las descritas en los Anexo 6. Evaluación tradicional de sumas y restas, Anexo 7. Evaluación tradicional de multiplicaciones y Anexo 8. Evaluación tradicional de operaciones básicas.

Posteriormente, fueron invitados a jugar **Plus FoodTruck Aritmético**, a través del cual se realizó la evaluación encubierta de las operaciones básicas, con la cual se buscaba que los estudiantes, a medida que desarrollaran el videojuego, pusieran a prueba las capacidades que poseen para resolver problemas sin la presión por equivocarse. La idea subyacente es que consideraran que estaban jugando por el incentivo de adquirir el mayor número de monedas posibles, como se ve en el Anexo 9. Imágenes de prueba con usuarios.

Durante la prueba con el videojuego se utilizó una lista de control por cada estudiante, disponible en el [Anexo 10. Lista de control](#), la cual se diligenció durante el experimento a través de la observación no participante, con el objeto de recabar información cualitativa que diera luces sobre el comportamiento, emociones y grado de aceptación por parte de los alumnos en la práctica del videojuego.

Una vez realizada la prueba, se presentó una encuesta electrónica digitalizada con la herramienta *Google Forms* para medir el nivel de satisfacción de los usuarios y la docente a cargo. Estas encuestas se pueden observar en la siguiente tabla y en el [Anexo 11. Encuesta estructura de satisfacción a usuarios finales](#).

Tabla 8. Encuesta de satisfacción usuarios finales

¿Te gustó el videojuego?	¿Fue difícil jugarlo?	¿Te pareció divertido?	¿Lo volverías a jugar?
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si
Si	No	Si	Si

Al terminar el ejercicio con el videojuego, se generó un informe completo para la docente, con el número de aciertos, las notas parciales de cada operación y la nota final, con el fin de realizar un análisis profundo del desempeño de cada estudiante y comprobar si los resultados obtenidos a través de la interacción con el videojuego son equiparables a los resultados obtenidos con la prueba tradicional escrita.

A través de la cuesta de satisfacción disponible en el Anexo 12, la docente del curso manifestó su agrado por la actividad realizada y confirmó que los estudiantes mejor valorados por la prueba del videojuego son quienes presentan mayor conocimiento de las operaciones básicas, asimismo, aquellos estudiantes que no acertaron los retos del videojuego actualmente tienen dificultades en el dominio de este tema.

Finalmente, tomando en cuenta este informe, se realizó una categorización de los resultados y, a manera de motivación, se premiaron los 3 primeros puestos con un presente simbólico compuesto por un kit escolar y dulces como incentivo por su buena participación y para exaltar así el rendimiento académico de los estudiantes que obtuvieron los puntajes más altos.

5.3. Resultados de las pruebas

Gracias a los instrumentos empleados se obtuvo información de las pruebas realizadas por 15 estudiantes, tanto desde la perspectiva tradicional con la evaluación en papel, hasta la evaluación encubierta con el videojuego.

Luego de obtener los resultados, se realizaron dos pruebas estadísticas: Lilliefords (KS) y Shapiro-Wilks, con un nivel de significancia del 5% en aras de comparar los puntajes y comprobar si los datos recolectados corresponden a una distribución normal. A continuación, se relacionan los valores-p en cada una de las pruebas:

Tabla 9. Pruebas Lilliefords y Shapiro-Wilks

	Lilliefords (KS)	Shapiro-Wilks
Tradicional	0.05858	0.1115
Videojuego	0.2687	0.3022

Como se observa en la tabla 9, los valores-p son mayores al nivel de significancia (0.05) en consecuencia, los puntajes de cada grupo se distribuyen de forma normal.

Ya que el diseño del experimento contempla 15 muestras pareadas, es decir, que al mismo estudiante se le aplicaron ambas pruebas y como las distribuciones son normales, se utiliza un t-test para muestras pareadas con objeto de comparar los promedios. Sin embargo, antes de realizar el t-test se analizan las varianzas para determinar si son conocidas o no.

Test de Varianzas $H_0: V_t = V_v$ vs $H_a: V_t \neq V_v$

F test to compare two variances

data: Puntaje by Prueba

$F = 1.7398$, num df = 14, denom df = 14, p-value = **0.3118**

alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1

95 percent confidence interval:

0.5840904 5.1820407

sample estimates:

ratio of variances

1.739764

Con los resultados de la prueba, se puede observar que las varianzas son iguales puesto que el valor-p es mayor al nivel de significancia, o el intervalo de confianza al 95%, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se implementa el t-test para muestras pareadas y varianzas iguales como se ilustra a continuación.

Resultados t-test pareado $H_0: M_t = M_v$ vs $H_a: M_t \neq M_v$

Paired t-test

data: Puntaje by Prueba

$t = -1.6964$, df = 14, p-value = **0.1119**

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.64156296 0.07489629

sample estimates:

mean of the differences

-0.2833333

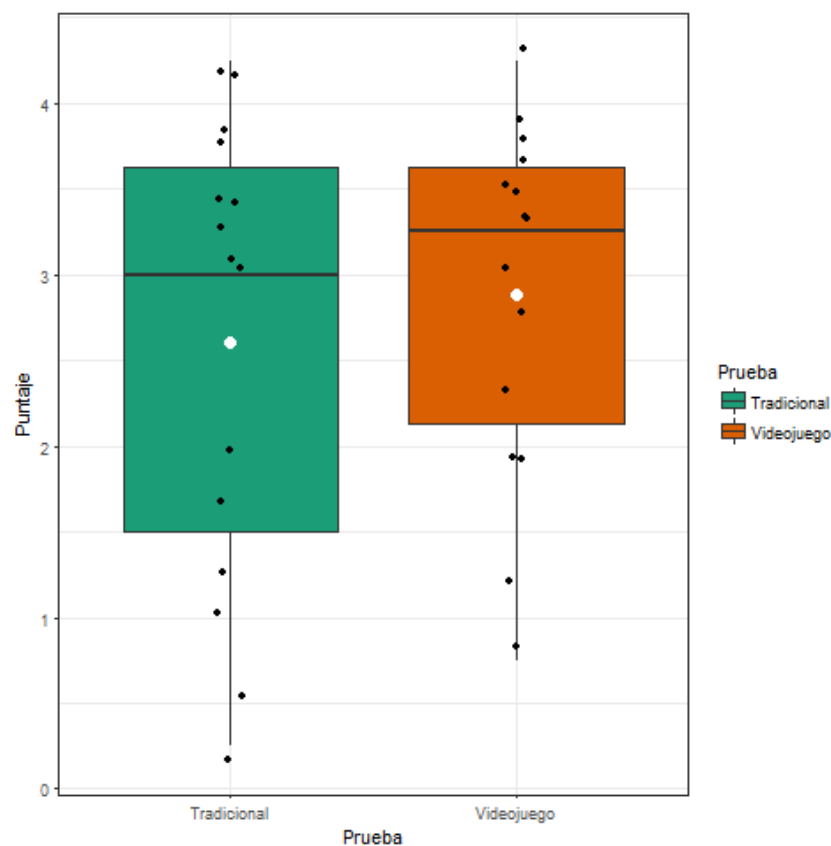


Ilustración 35. Diagrama de cajas y bigotes

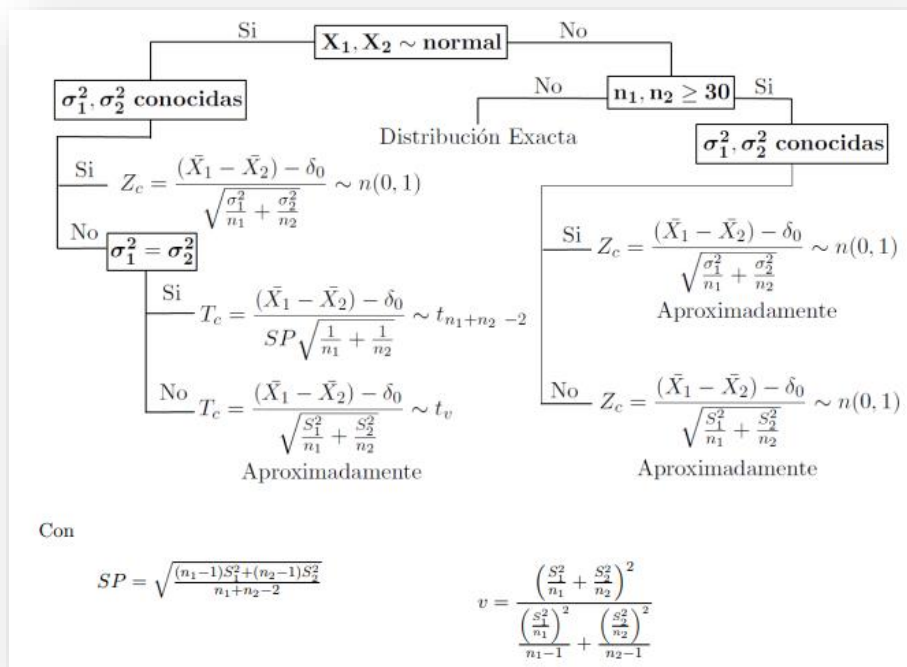


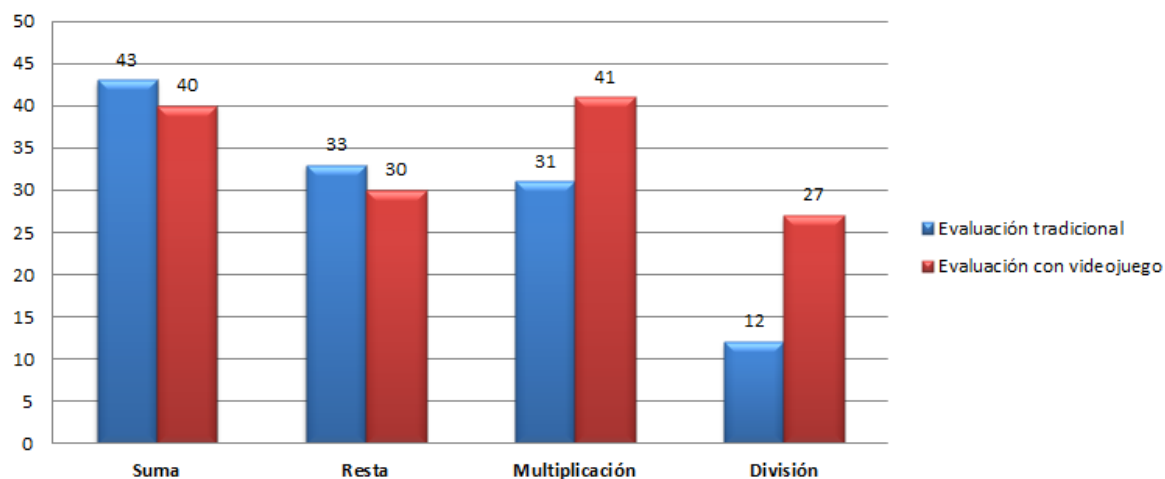
Ilustración 36. Resumen de las pruebas

En la tabla 10 y la gráfica que le sigue, se muestra el número de aciertos obtenidos por los 15 estudiantes en cada una de las pruebas realizadas.

Tabla 10. Aciertos por operación

Aciertos por operación	Evaluación tradicional	Evaluación con videojuego
Suma	43	40
Resta	33	30
Multiplicación	31	41
División	12	27

Aciertos por operación



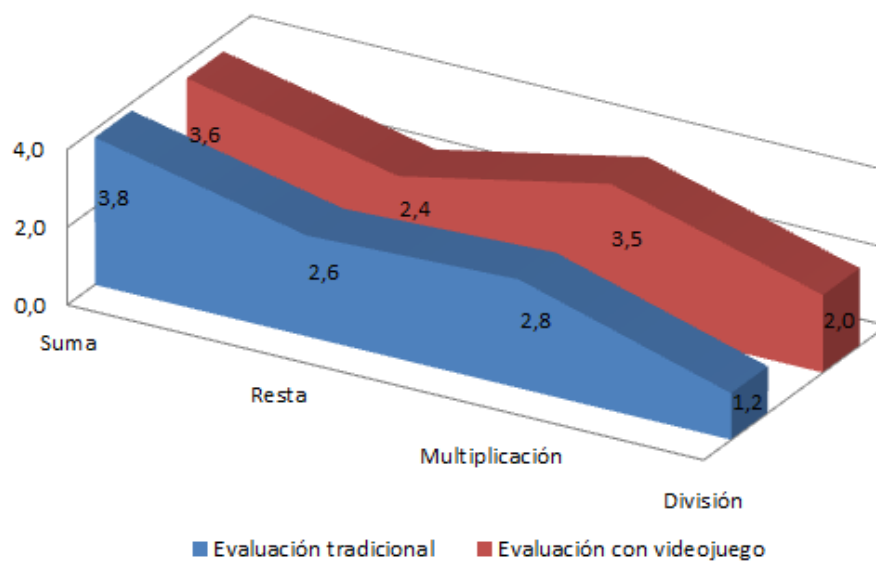
Gráfica 1. Aciertos por operación

La tabla 11 y su gráfica muestran el promedio de notas obtenido por los estudiantes en cada una de las pruebas.

Tabla 11. Promedio de notas

Promedio nota	Evaluación tradicional	Evaluación con videojuego
Suma	3,8	3,6
Resta	2,6	2,4
Multiplicación	2,8	3,5
División	1,2	2,0

Promedio de notas por prueba



Gráfica 2. Promedio de notas de prueba

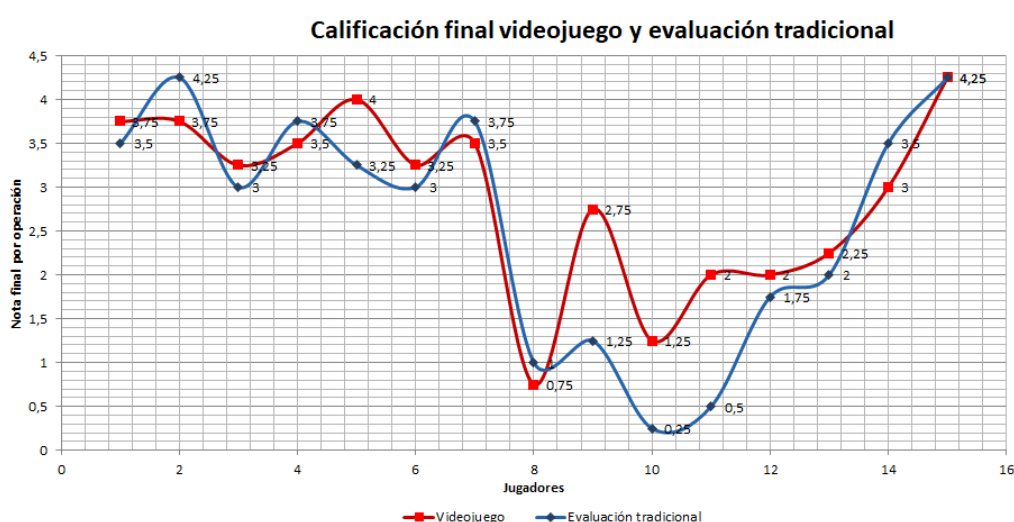
Con el reporte generado por el sistema, y después de la tabulación de la prueba tradicional, se presenta la tabla 12 con el listado de estudiantes y la calificación final obtenida en ambas pruebas.

Tabla 12. Calificación final por prueba

Estudiantes	Videojuego	Evaluación tradicional
Jugador 1	4,25	4,25
Jugador 2	3,75	3,5
Jugador 3	3,75	4,25
Jugador 4	3,25	3
Jugador 5	0,75	1
Jugador 6	2,75	1,25
Jugador 7	3,5	3,75
Jugador 8	4	3,25
Jugador 9	3,25	3
Jugador 10	1,25	0,25

Jugador 11	2	0,5
Jugador 12	2	1,75
Jugador 13	2,25	2
Jugador 14	3	3,5
Jugador 15	3,5	3,75

Los siguientes gráficos ilustran las variaciones de los resultados entre las pruebas, tomando como punto de partida en la gráfica 3, el puntaje obtenido por el jugador 1, ya que fue el mismo en ambas pruebas.



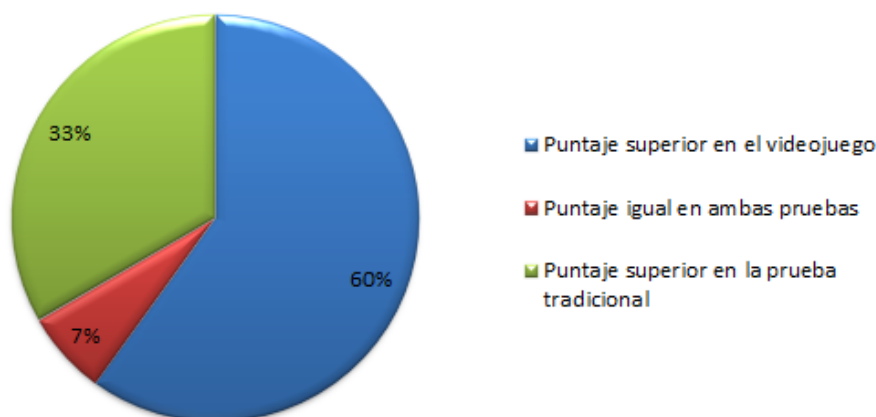
Gráfica 3. Calificación final videojuego y evaluación tradicional

Finalmente, la tabla 13 y la correspondiente gráfica representan la relación de porcentajes entre los puntajes obtenidos con el videojuego y la prueba tradicional.

Tabla 13. Relación entre puntajes

Relación entre puntajes	Porcentaje
Superior en el videojuego	60%
Igual en ambas pruebas	7%
Superior en la prueba tradicional	33%

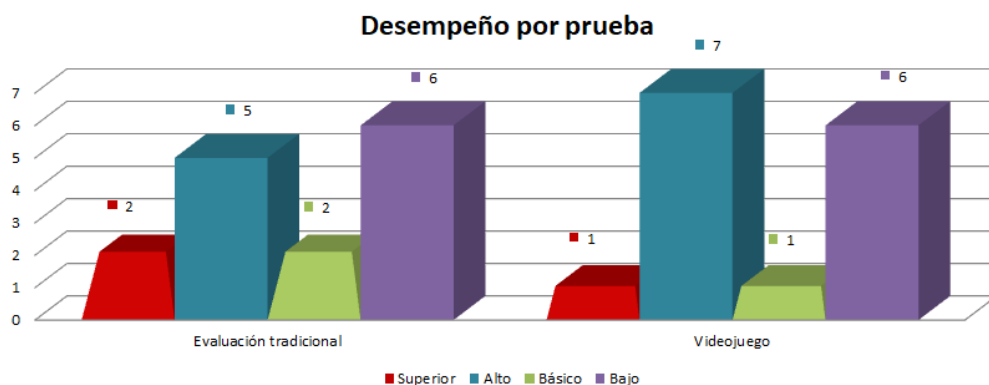
Comparativo entre puntajes



Gráfica 4. Comparativo entre puntajes

5.4. Discusión de resultados

Homologando las calificaciones finales por prueba de la tabla 12, con la escala valorativa nacional (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Decreto N° 1290, 2009, p. 2), se encontró que la variación entre los resultados obtenidos en la prueba tradicional y en el videojuego es de dos estudiantes, correspondiente al 13.3%.

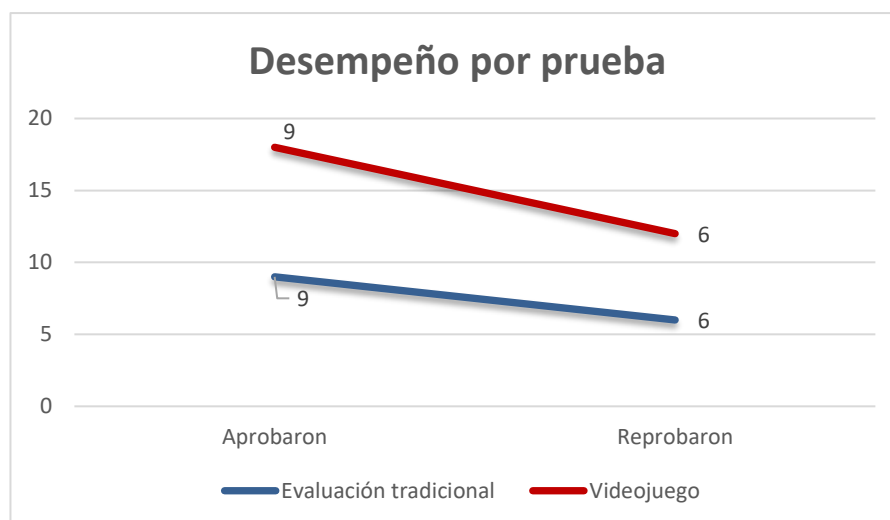


Gráfica 5. Desempeño por prueba - Barras

Ambas pruebas demuestran el panorama general a nivel académico del grupo de alumnos en estudio.

En consecuencia, y de acuerdo con las pruebas Lilliefords (KS) y Shapiro-Wilks, con un intervalo de confianza al 95%. Se puede concluir que los resultados obtenidos tanto en la prueba tradicional como en el videojuego son iguales en términos del desempeño

académico de los estudiantes; comprobando de este modo la hipótesis planteada en el presente trabajo. El gráfico 6 ilustra mejor esta apreciación.



Gráfica 6. Desempeño por prueba - Líneas

Por otro lado, a través de la observación no participante se detectaron dificultades en el aspecto logístico, ya que, por ser una Institución Educativa donde el nivel socioeconómico de la población estudiantil oscila entre los estratos 1 y 2 (DANE, 2018), no contaban con los recursos tecnológicos óptimos y el tiempo de clases estaba limitado por el servicio alimenticio que reciben los estudiantes. En contraposición a esto, se observó en los estudiantes mayor interés por el ejercicio del videojuego en comparación con la prueba tradicional; además, manifestaron el deseo de resolver correctamente las operaciones para obtener monedas adicionales y para que el “cliente” no se burlara o enojara por los errores cometidos.

Ya que la muestra para esta prueba es una población vulnerable, en búsqueda de brindar también un sentido social a este proyecto, y apuntando al objetivo del Plan de deserción propuesto por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2009), se realizó una premiación al finalizar el análisis de los resultados obtenidos en el videojuego, motivando a los estudiantes a superar las dificultades de su entorno y promoviendo el estudio como una opción válida para mejorar su calidad de vida.

Finalmente, debido a que la muestra utilizada para el presente trabajo es pequeña, las conclusiones obtenidas pueden presentar limitaciones; por tanto, se recomienda ampliar la muestra en aras de ser más concluyentes.

Capítulo 6. Conclusiones y líneas futuras de investigación

Como capítulo final de esta investigación se presentan las conclusiones, producto del trabajo realizado, para ello, se hace necesaria una retrospectiva sobre los objetivos propuestos con el fin de determinar si el resultado al que se llegó es el esperado.

Teniendo en cuenta que los videojuegos no cumplen todavía un siglo de nacimiento, y, sin embargo, debido al impacto que han tenido en diversos campos de la sociedad, pareciera que hubieran estado con el hombre desde sus inicios. Si el juego, como acto lúdico, ha sido objeto de investigación y análisis por tanto tiempo, no es de extrañar, entonces, que los videojuegos hayan sido material de curiosidad desde sus primeras apariciones.

Los videojuegos están estrechamente relacionados con la tecnología, y por ende, con la innovación y lo moderno. Son ya muchos los tratados, investigaciones y teorías que tienen como protagonistas a los videojuegos en el aula de clase. La educación, entre otros campos, tiene grandes aspiraciones para transformar sus entornos hacia métodos más modernos, acordes con las nuevas generaciones.

Pues como lo menciona Pérez (2005), los videojuegos contribuyen al desarrollo de habilidades motrices y cognitivas a través de solución de problemas cotidianos, estableciendo como reto pasar un nivel, alcanzar un puntaje o superarse a sí mismo, evitando dificultades por la presión de ser penalizado.

Siendo consecuentes con el objetivo principal, y, de acuerdo con las observaciones de Bishop (1991) sobre los rechazos por parte de los alumnos en los procesos evaluativos tradicionales, a lo largo de este trabajo se ha desarrollado un prototipo de videojuego como herramienta evaluativa encubierta que demuestra sin que los jugadores lo noten, las capacidades que poseen en la resolución de problemas con operaciones matemáticas básicas.

Para ello, se identificaron los requisitos pedagógicos y técnicos, así como las temáticas acordes para el diseño y desarrollo, obteniendo como resultado el prototipo expuesto en esta investigación.

Además, se realizaron pruebas con usuarios donde se observó que, debido al incentivo de adquirir más monedas, los estudiantes se esforzaron por responder las preguntas correctamente y en el menor tiempo posible; pues, tal y como se indicó, el videojuego proporciona un estímulo de dos monedas adicionales por responder acertadamente antes de 30 segundos.

Por otro lado, en la evaluación encubierta con el videojuego se encontró una reducción de los casos de copia del 0%, pues las preguntas eran aleatorias y cada estudiante estaba concentrado en obtener la mayor cantidad posible de monedas.

Otro caso puntual tiene que ver con las operaciones de multiplicación y división, según Kouba y Franklin (1995, citado en Villota, 2014), en su investigación concluyen que: "los estudiantes se desempeñan pobremente en los problemas de multiplicación y división, debido al uso persistente de estrategias inadecuadas para resolver este tipo de problemas".

Sin embargo, en la prueba con el grupo, se encontró un incremento en el puntaje para estas operaciones, por tanto, es posible argumentar que, a través de los adecuados medios didácticos, un estudiante puede asociar los problemas de su entorno y proponer de manera asertiva soluciones para cada caso. Coincidiendo esto con la afirmación de Villota:

"Los estudiantes necesitan experiencias con situaciones concretas y que les guíe y oriente para el entendimiento de modelos a escala. Las investigaciones muestran que los estudiantes aprehenden mejor cuando pueden utilizar diferentes representaciones para las situaciones de multiplicación y división, de manera que puedan expresar las relaciones existentes entre dichas representaciones o modelos" (2014, p. 19).

Adicionalmente, se ha realizado un análisis estadístico de los datos obtenidos en ambas pruebas, y de acuerdo con la escala valorativa nacional, se confirmó que no se presentan diferencias entre la evaluación encubierta con el videojuego y la prueba tradicional escrita, validando de este modo la hipótesis planteada.

Finalmente, después del experimento realizado vale la pena resaltar el interés de la comunidad académica por incorporar tecnologías de la información y la comunicación acompañadas de elementos lúdicos para enriquecer la labor docente; asimismo, la participación activa de los estudiantes en el proceso, lo que supone un reto para futuras

investigaciones, pues en materia de videojuegos educativos aún existe mucho camino por explorar.

- **Líneas futuras de investigación**

A partir del trabajo realizado con el videojuego Plus FoodTruck Aritmético, se sugiere como acción de mejora no limitar el tiempo de espera entre cada operación, con el ánimo de brindar mayor flexibilidad al jugador e incentivar la auto gestión del tiempo.

Por otra parte, sería ideal probar el videojuego en más Instituciones Educativas, agregando nuevos retos que incluyan otro tipo de operaciones aritméticas como los logaritmos, uso de la función factorial, números racionales entre otros. De este modo podría ampliarse el rango de acción no solo a la educación básica primaria y dado que la muestra es mayor, los resultados arrojados serían más concluyentes en términos del desempeño académico.

Asimismo, podría incluirse un panel de control online que permita monitorear en tiempo real el comportamiento de los jugadores y a través del cual el docente pueda evaluar los progresos y dificultades específicos por estudiante. Además, este reporte podría ser la materia prima para la construcción de un modelo de usuario adaptativo basado en las capacidades demostradas por cada jugador e integrado a un ambiente de aprendizaje virtual con las bondades que este puede ofrecer en temas de seguimiento y análisis del estudiante.

Este trabajo ha de sumar a las conclusiones que visibilizan los beneficios de los videojuegos en el aula de clase, particularmente, como herramienta evaluativa. Antes de este proyecto se conocían, en teoría, los puntos que suman a favor de una educación más moderna; a partir de la experiencia de Plus FoodTruck Aritmético, se deben adoptar nuevos puntos de partida para apropiar estrategias evaluativas acordes con las necesidades de la educación y las características de los nuevos estudiantes del siglo XXI.

Referencias y bibliografía

- Alvarez, M. Á. (2001). <https://www.desarrolloweb.com>. Recuperado el 2 de Septiembre de 2018, de <https://www.desarrolloweb.com/articulos/392.php>
- Angie Lorena Beltrán Pinto, L. P. (6 de Diciembre de 2010). Prácticas evaluativas en la primera infancia: Entre la visión normativa y reflexiva del docente. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bishop, A., & Sánchez Barberán, G. (1991). *Enculturación matemática*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- Botella, J. M. (2012). *¿Existe relación en la Educación Primaria entre los factores afectivos en las Matemáticas y el rendimiento académico? Is There a Relationship in Primary Education Between Affective Factors in Mathematics and Academic Performance?* Alicante: Estudios sobre educación.
- Burning Glass Technologies. (2018). <https://www.burning-glass.com/>. Recuperado el 1 de Septiembre de 2018, de <https://www.burning-glass.com/about/>
- Cobo, Á., Gómez, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). *PHP y MySQL Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. España: Diaz de Santos.
- Contreras, R. S. (04 de Abril de 2014). *El uso del color en los videojuegos II: Cómo influyen los colores*. Obtenido de ZehnGames: <http://www.zehngames.com/thinkpieces/el-uso-del-color-en-los-videojuegos-ii-como-influyen-los-colores/>
- DANE. (2018). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-de-informacion/estratificacion-socioeconomica#preguntas-frecuentes>
- David Hortigüela, Á. P. (2015). Perspectiva del alumnado sobre la evaluación tradicional y la evaluación formativa. Contraste de grupos en las mismas asignaturas. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13.

- Del Moral, E., Villalustre, L., Yuste, R., & Esnao. (2012). *Evaluación y diseño de videojuegos: generando objetos de aprendizaje en comunidades de práctica*. Obtenido de Revista De Educación A Distancia RED: <https://www.um.es/ead/red/33/>
- Deterding et al. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*.
- Devore, J. (2016). *Estadística y Probabilidad para Ingeniería y Ciencias* (9ª Edición. ed.). International Thomson Editores.
- Esnaola, G. (2006). *La construcción del conocimiento en la cultura actual. ¿Qué narran los videojuegos? Buenos Aires: Alfagrama*.
- Espinosa, R. S. (2016). Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 7.
- Estallo, J. (1995). *Los videojuegos. Juicios y prejuicios. Barcelona: Planeta*. Barcelona: Planeta.
- Firn, G. (2016). Obtenido de <http://www.dreambox.com/blog/what-is-math-formative-assessment>
- Gallego, M. T. (2012). *Metodología Scrum*. . Universitat Oberta de Catalunya.
- Gartner. (2016). *IT Glossary*. Obtenido de <http://www.gartner.com/it-glossary/gamification-2>
- Gee, J. (2003). Obtenido de <https://historysfuture.files.wordpress.com/2013/09/gee-what-video-games-3pp.pdf>
- Gee, J. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*.
- Gifford, B. (1991). *The learning society: Serious play*. Chronicle Of Higher Education.
- Gros, B. (2000). *Revista Electrónica de tecnología educativa*. Obtenido de <https://santillanaplus.com.co/pdf/gros.pdf>

Guzmán Ozámiz, M. (1993). Obtenido de <http://blogs.mat.ucm.es/catedramdeguzman/tendencias-innovadoras-en-educacion-matematica/#4.8>

Guzmán, M. (2005). *Juegos matemáticos en la enseñanza*. En F. M. Madrid: Revista SUMA.

Habgood Matthew, P. (2007). Obtenido de https://eprints.nottingham.ac.uk/10385/1/Habgood_2007_Final.pdf

Hieftje, K., Pendergrass, T., Kyriakides, T., Gilliam, W., & Fiellin, L. (2017). *An Evaluation of an Educational Video Game on Mathematics Achievement in First Grade Students*. Obtenido de Technologies: <http://www.mdpi.com/2227-7080/5/2/30>

José Rafael López-Arcos, Natalia Padilla-Zea, Patricia Paderewski, Francisco L. Gutiérrez. (2014). Diseñando y Analizando Historias Interactivas en el Marco de los Videojuegos Educativos. *Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación*, 10.

Kalbfleisch, J. (1985). *Probability and statistical Inference*. (Vol. Volume 1.). Probability Springer Verlag.

Koster, R. (2013). *A theory of fun for game design*. O'Reilly Media, Inc. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TS8KAqAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR16&dq=Theory+of+Fun+for+Game+Design,+Raph+Koster&ots=yTKB0E8Pb0&sig=ArHk2dvVfG7BwVkGyPk5RfSocE4#v=onepage&q&f=false>

Lowery, B., & Knirk, F. (1982). *Microcomputer video games and spatial visualization*. Journal of Educational Technology Systems.

Malone, T., & Leeper, M. (1987). *Making learning fun: A taxonomy of*.

Marcela Román, Cecilia Cardemil y Álvaro Carrasco. (2011). *RIEE. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 28.

MEN, M. (1994). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

MEN, M. (2009). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-213769_archivo_pdf_evaluacion.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (19 de Abril de 2009). *Decreto N° 1290*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2018, de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-187765_archivo_pdf_decreto_1290.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (03 de 05 de 2018). *Derechos Básicos de Aprendizaje - DBA*. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de Colombia Aprende - colombiaprende.edu.co: https://www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_genera_dba.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (05 de 06 de 2018). *Evaluación*. Obtenido de <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-179264.html>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (s.f.). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia, M. d. (05 de 06 de 2018). *Sistema Educativo Colombiano*. Obtenido de <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-231235.html>

Natalia Padilla-Zea, N. M.-A. (2015). Evaluación continua para aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para videojuegos educativos. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 14.

Natalia Padilla-Zea, N. Medina-Medina, Patricia Paderewski, Francisco L. Gutiérrez, José R. López Arcos. (2011). Diseñando Videojuegos para Aprender de Forma Divertida: En Busca del Equilibrio Perdido. *Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación*, 13.

Natalia Padilla-Zea, N., M.-M., Patricia Paderewski, P., & Francisco, L. (2011). Diseñando Videojuegos para Aprender de forma Divertida: En busca del Equilibrio Perdido. *Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación*, 13.

- Nuria Medina-Medina, Patricia Paderewski, Natalia Padilla-Zea, Rafael López-Arcos, Francisco Gutiérrez-Vela. (2018). Modelo para la integración de procesos educativos en una aventura gráfica. *Campus Virtuales*, 18.
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). <https://pdfs.semanticscholar.org/5219/a91fe9d128b923ca0ddc9162afc3179f05fa.pdf>. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/5219/a91fe9d128b923ca0ddc9162afc3179f05fa.pdf>
- Prieto, P., & Bañuelos, A. (s.f.). *Presente y futuro de la Sociedad del Conocimiento*. Obtenido de <http://www.pacoprieto.com/presente-y-futuro-de-la-sociedad-del-conocimiento.html>
- Reyes, J. (2013). *Efectos académicos de las pruebas Saber 11º en las instituciones educativas del departamento de Córdoba: una perspectiva de gestión*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ioQ7So91nIAJ:https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ap/article/download/2274/2325/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gclid=co>
- Robert G. Figueroa, Camilo J. Solís, Armando A. Cabrera. (2008). Metodologías tradicionales vs Metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias en Computación*, 9.
- Rosales, C. (2000). *Evaluar es reflexionar sobre la enseñanza*. Madrid, España: Narcea, S.A. Ediciones.
- Shaaf. (2012). *CJAR Canadian Journal of Action Research*. Obtenido de <http://journals.nipissingu.ca/index.php/cjar/article/view/30/27>
- Shute, V. (2011). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/268185826_Stealth_ASSESSment_in_computer-BASEd_GAMEs_to_Support_LeArninG
- Shute, V. (2011). *Stealth ASSESSment in computer-BASEd GAMEs to Support LeArninG*. (C. G. Instruction, Editor) Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/268185826/download>
- Shute, V. (2012). Obtenido de <https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1264&context=research>

ch_conference&=&sei-
 redir=1&referrer=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252Furl%253Fq%253
 Dhttps%253A%252F%252Fresearch.acer.edu.au%252Fcgi%252Fviewcontent.cgi%2
 53Farticle%2

Shute, V., & Fengfeng, K. (2012). Obtenido de
<http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/GLA%20Dirk%20chapter.pdf>

Shute, V., Hansen, E., & Almond, R. (2008). *You can't fatten a hog by weighing it-or can you? Evaluating an assessment for learning system called ACED*. International Journal Of Artificial Intelligence And Education.

Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Teixes, F. (2014). *Gamificación: fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: UOC (Oberta UOC Publishing, SLU).

Tirado Gallego, M. I. (2009). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de
<https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-195864.html>

VersionOne. (9 de Abril de 2018). *Collab.net*. Obtenido de
<https://explore.versionone.com/state-of-agile/versionone-12th-annual-state-of-agile-report>

Villota Burgos, J. (2014). *División, errores y soluciones metodológicas*. San Juan de Pasto, Colombia. Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/298/1/90120.pdf>

Wolf, M., & Perron, B. (2005). *Introducción a la teoría del videojuego*. Obtenido de
 FORMATS Revista De Comunicació Audiovisual:
<https://www.raco.cat/index.php/Formats/issue/view/19102/showToc>

Zea, N. P. (2011). *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.

Anexos



Anexo 1. Encuesta semiestructurada de requerimientos pedagógicos a la docente

Las preguntas realizadas durante la entrevista con la docente del área y encargada del grupo de estudiantes designados para la prueba fueron las siguientes:

1. ¿Qué temática presenta mayor dificultad para ser evaluada por los estudiantes?
2. ¿Cómo se realiza el proceso de evaluación tradicional?
3. ¿Qué modelo pedagógico utiliza para la enseñanza de estos temas?
4. ¿Cómo se generan los reportes de calificaciones?
5. ¿Cuál es la escala valorativa que maneja la Institución?
6. ¿La Institución Educativa cuenta con una sala de sistemas y acceso a Internet?
7. ¿Cómo le gustaría que se generaran los informes?
8. ¿Qué expectativas tiene sobre el videojuego?

Anexo 2. Encuesta estructura sobre gustos a usuarios finales.

Encuesta videojuego
Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla

 Hombre  Mujer

Edad

¿Cuál es la serie de televisión que más te gusta?

¿Te gustan los videojuegos?

¿Qué tipo de videojuegos te gustan?

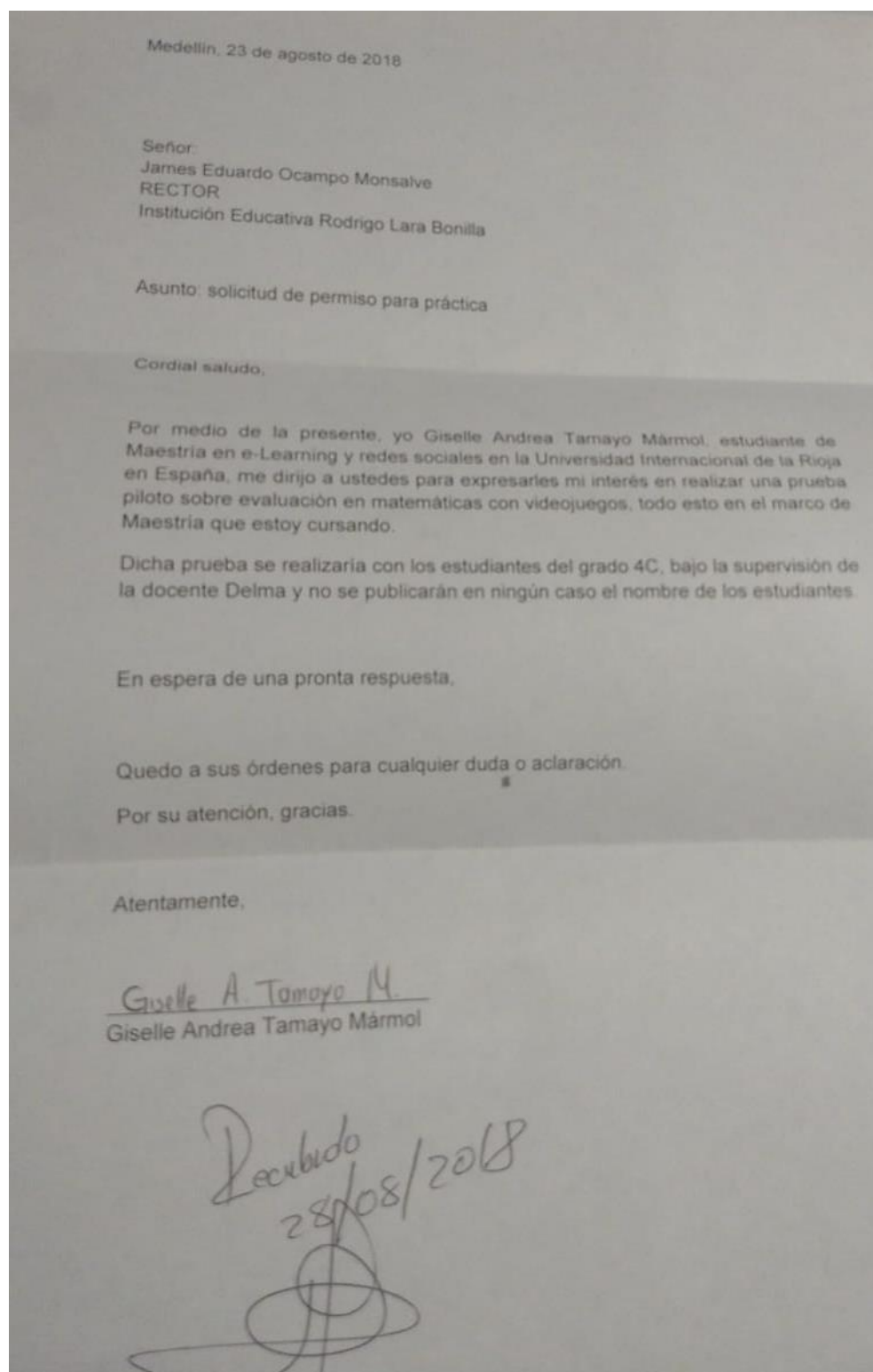
¿Cuál es tu videojuego favorito?

¿Qué haces en tu tiempo libre?

¿Cuál es tu película favorita?

¿Cuál es tu música favorita?

Anexo 3. Carta de solicitud de permiso para práctica



Anexo 4. Curriculum expertos

- **Ingenieros**

- Ingeniera de Sistemas de la Fundación Universitaria María Cano, certificada internacionalmente en SCRUM Máster y Creación de Cursos Moodle (MCCC), con conocimientos en proyectos orientados a la web, ambientes educativos, comercio electrónico y docencia universitaria.
- Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura, certificado internacional en Creación de Cursos Moodle, con experiencia en docencia universitaria y proyectos web en ambientes educativos.
- Ingeniero de Software de la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, con más de 10 años de experiencia en empresas del sector privado en áreas como soporte técnico, tecnológico de sistemas y gestión de incidentes.
- Ingeniera Geóloga de la Universidad Nacional de Colombia, con 13 años de experiencia en Tecnología Educativa. Docente en las áreas de Matemáticas y Estadística, diseñadora de módulos didácticos. Con amplia experiencia en Ambientes Virtuales de Aprendizaje, herramientas pedagógicas, LMS Moodle y asesoría de proyectos en tecnología educativa, en universidades y colegios de Colombia y Estados Unidos.
- Ingeniera en Telecomunicaciones de la Universidad de Antioquia, candidata a Magister en desarrollo de software, con amplia experiencia en empresas de desarrollo de software del sector privado.

- **Licenciados:**

- Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Sociales de la Universidad de Antioquia. Con más de siete años de experiencia como asesora pedagógica, diseñadora instruccional de contenidos para ambientes virtuales de aprendizaje y docente facilitadora en TIC.
- Licenciada en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, como más de 5 años de experiencia en Instituciones Educativas del sector público.

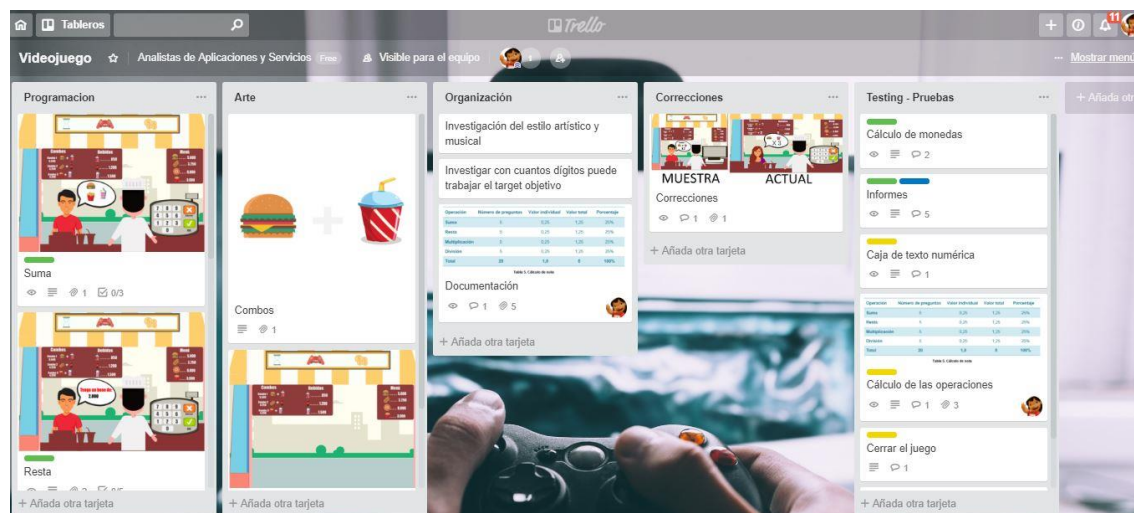
- **Estudiantes:**

- Un estudiante de media técnica en Diseño e integración multimedia
- Dos niños en edades escolares.

Anexo 5. Tablero Videojuego

A través del sistema online para gestión de proyectos, Trello, se realizó el registro, seguimiento y control de las actividades requeridas para el desarrollo del videojuego.

En la siguiente ilustración se muestran la distribución de actividades por tipo: programación, arte, documentación, correcciones y pruebas.



Anexo 6 Evaluación tradicional de sumas y restas.

Solución de problemas

1. Había 18 naranjas, y nos hemos comido 7 de postre. ¿Cuántas quedan para mañana?



2. Tenía 24 colores, y he prestado 3 a mi amiga. ¿Cuántos me quedan?

3. Había 46 patos en el lago, y se han ido volando 28. ¿Cuántos quedan?



4. Mi tía tenía 143 palomas. Un día, se le escaparon 48. ¿Cuántas le quedaron?

5. En el parque estábamos jugando 34 niños. Pero se tuvieron que ir 26. ¿Cuántos quedamos?



Anexo 7. Evaluación tradicional de multiplicaciones

Soluciona los siguientes problemas, ten en cuenta que cada problema debe tener su proceso, sino lo tiene el punto no vale.

- De acuerdo a la información de la tabla responde la pregunta 1, 2 y 3.

1. Si el 3 de junio nacieron 17 niños en el hospital la María, ¿cuánto pesan entre todos los recién nacidos?
 - A. 34.160 gramos.
 - B. 56.950 gramos.
 - C. 734.600 gramos.
 - D. 97.309 gramos.

Especie	Gestación (días)	Peso al nacer (gramos)
	63	100
	120	1.500
	280	3.350
	600	114.000

2. ¿cuántos días de gestación hay entre el perro, el cerdo y el niño?
 - A. 654 días.
 - B. 198 días.
 - C. 657 días.
 - D. 463 días.
3. El peso total de 37 elefantes es:
 - A. 745.000 gramos.
 - B. 4.218.000 gramos.
 - C. 1.237.000 gramos.
 - D. 6.567.300 gramos.

A partir de la siguiente información, resuelve los problemas 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

				
\$1.350	\$ 450	\$1.250	\$ 650	\$2.450

4. Si invito a 5 amiguitos a Bonice y compro el mío, ¿cuánto dinero debo pagar en total?
 - A. \$2.300
 - B. \$1.850.
 - C. \$2.700.
 - D. \$5.350

Anexo 8. Evaluación tradicional de operaciones básicas.

De acuerdo a la siguiente información responde de la pregunta 1 a la 6. Recuerda realizar la operación y responder la pregunta.

1. El día de la fiesta del colegio, los padres han montado una tienda. Esta era la lista de precios.

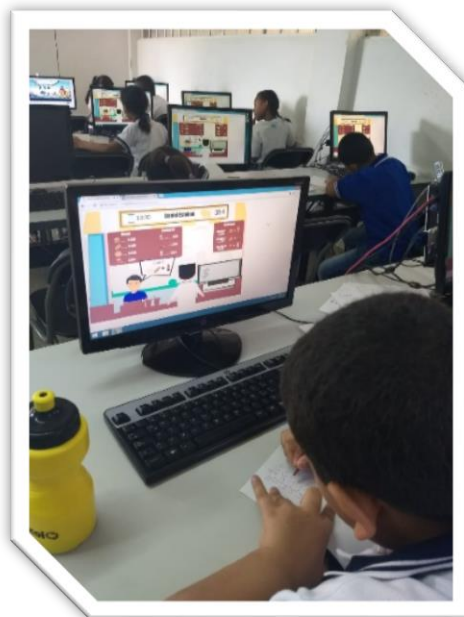
Producto	Precio
Café con leche	\$900
Pandeyeso	\$700
Refresco	\$750
Empanada	\$1.000
Arepa de huevo	\$2.300

2. Javier se ha gastado \$1.450. ¿Qué compró?
- A. Un pandeyeso y una empanada.
 - B. Un refresco y una arepa de huevo.
 - C. Un pandeyeso y un refresco.
 - D. Un café con leche y una empanada.
3. Doña María ha pagado con un billete de \$5.000 una arepa de huevo. ¿Cuánto le deben de devolver?
- A. \$3.500
 - B. \$2.700
 - C. \$1.300
 - D. \$8.900
4. Para pagar, la madre de Ana ha hecho estos cálculos: $\$900 + \1.000 . ¿Qué ha comprado la madre de Ana?
- A. Un refresco y una arepa de huevo.
 - B. Un pandeyeso y un refresco.
 - C. Un chorizo y un pan.
 - D. Un café con leche y una empanada.
5. María tiene \$2.000. ¿Puede comprar dos refrescos y un pandeyeso? Si o no, explica tú respuesta.

Anexo 9. Imágenes de prueba con usuarios

Las siguientes imágenes ilustran las pruebas con el videojuego y la evaluación tradicional escrita.

Prueba videojuego:



Prueba tradicional:



Anexo 10. Lista de control

EMOCIONES	SI	NO
Participa activamente de la actividad		
Expresa agrado por la actividad realizada		
Expresa desagrado por la actividad realizada		
Expresa motivación por la actividad realizada		
Expresa desmotivación por la actividad realizada		
Expresa deseo de continuar con la actividad		
Expresa deseo de superar los retos o preguntas		
OBSERVACIONES GENERALES		

Anexo 11. Encuesta estructura de satisfacción a usuarios finales.

Encuesta satisfacción

Responde las siguientes preguntas

Plus!
FoodTruck
aritmético

Género

☐ Hombre

☐ Mujer

Edad

Tu respuesta

¿Te gustó el videojuego?

☐ Si ☐ No

¿Fue difícil jugarlo?

☐ Si ☐ No

¿Te pareció divertido?

☐ Si ☐ No

¿Lo volverías a jugar?

☐ Si ☐ No

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas o claves de Formularios de Google.

Anexo 12. Encuesta semiestructurada de satisfacción a la docente.

Las preguntas realizadas durante la entrevista con la docente del área y encargada del grupo de estudiantes designados para la prueba fueron las siguientes:

1. ¿Usualmente incorpora elementos lúdicos en el aula de clase?
2. ¿Considera que este tipo de actividades deben ser incluidas en el proceso formativo de los estudiantes?
3. ¿El desempeño de los estudiantes fue acorde al nivel académico que tienen?
4. ¿Cómo describe la actividad realizada en su grupo?
5. Califique la actividad en una escala de 1 a 5