

# Implementación de la metodología SUM modificada para el desarrollo de videojuegos orientados al aprendizaje en Bolivia

Xavier-Alexis MURILLO-SANCHEZ, Andrés-Leonardo GUTIÉRREZ-ROCHA,  
Alan-Wilfor IBÁÑEZ-ILLANES, Jorge-Armando QUIROZ-PEREZ,  
Guillermo SAHONERO-ALVAREZ, Fabio-Richard DÍAZ-PALACIOS

Ingeniería Mecatrónica - Universidad Católica Boliviana "San Pablo"  
La Paz, Bolivia

## ABSTRACT

La innovación en la educación ha tornado recientemente su perspectiva al empleo de videojuegos y aplicaciones dada la popularización y democratización de dispositivos inteligentes. Tanto tabletas electrónicas como teléfonos inteligentes y, en general, Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son empleados experimentalmente bajo el auspicio de programas educativos en diversas escuelas del mundo. Hasta el año 2013, el 82% de los países de América Latina y del Caribe habían adoptado TIC en la educación. En Bolivia, existen diversos centros educativos dedicados a la enseñanza mediante tecnología, sin embargo, el alcance e impacto de los videojuegos educativos en nuestro entorno aún es pobre; una de las razones es la dificultad de desarrollo. Si bien existen múltiples emprendimientos para masificar el desarrollo de juegos, como Global Game Jam, la carencia de metodologías claras enfocadas a juegos como tal provoca dificultades en los procesos. A fin de abordar éstas, en este trabajo proponemos una metodología de diseño y desarrollo de videojuegos con fines educativos que se encuentra basado en SUM y adapta características de SCRUM. Su aplicabilidad es demostrada diseñando un videojuego enfocado a estudiantes de colegio, cuyo objetivo es reforzar el aprendizaje en matemáticas implementando indirectamente métodos didácticos para promover el estudio.

**Keywords:** Educación, Metodología, Videojuego, SUM.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de mejora al proceso de enseñanza-aprendizaje ha llevado desarrollar múltiples estrategias que fomentan el aprendizaje activo. Desde variaciones en los métodos didácticos, e.g. clase invertida [1], hasta aplicaciones que refuerzan el aprendizaje [2], la tendencia es clara: cambiar el rol pasivo del estudiante.

En muchos países la educación fue fortalecida mediante la implementación tecnológica de plataformas especializadas. La aparición de plataformas como Coursera [3], edX [4] y Duolingo [5] permite la divulgación rápida de contenidos actualizados, sin embargo, es posible que ignore el contexto local de los estudiantes [6], haciendo difícil su accesibilidad y aplicabilidad en países en vías de desarrollo como Bolivia.

Existen distintos enfoques para aplicar las nuevas tecnologías en la educación y estos varían de acuerdo a la edad de los estudiantes. En general es posible definir dos niveles el inicial [7] y el secundario [8]. Mientras Martínez [7] explora la integración de nuevas tecnologías para el desarrollo cognitivo, social y psicomotriz del alumno, Pantoja-Huertas [8] muestra un enfoque dirigido a la creación de plataformas y material educativo de apoyo al avance curricular.

Un factor determinante en la implementación de soluciones tecnológicas es la diferencia de contextos, ya que puede provocar dificultades en el acceso a tecnologías. Para reducir las brechas tecnológicas existentes cada país tiene diferentes estrategias que se encuentran en su etapa de implementación [9]. Esto se debe a que, en muchos casos, los factores sociales y económicos inciden de manera profunda en la implementación de una solución tecnológica.

## 2. ANTECEDENTES

Lamentablemente en nuestro país, si bien existen propuestas de solución mediante el uso de tecnologías, la implementación de las mismas a gran escala y con seguimiento adecuado es prácticamente inexistente. En ese sentido, las soluciones que fácilmente se encuentran, e.g. tutorías y aplicaciones móviles, no son suficientes para abordar la dificultad en el aprendizaje de estudiantes de secundaria de forma sistemática debido a que dichas aplicaciones que están diseñadas con el propósito de proveer soporte tecnológico a la educación; no son completamente aplicables a nuestro contexto, es decir, no se complementan con las clases impartidas en los colegios.

La UNESCO establece el bajo uso de tecnologías de información y comunicación en América Latina [10], evidenciando la falta de incentivo en su desarrollo y utilización. Consecuentemente, es necesaria una solución que contribuya en la apertura del sistema educativo boliviano hacia la tecnología. De esa forma, el avance de materia impartido por los profesores podría ser complementado con el uso de dispositivos tecnológicos.

Parte del desarrollo de una solución que pueda abordar la necesidad mencionada es la determinación de una plataforma de desarrollo. Uno de los criterios tomados en cuenta para lograr el proceso de selección de una plataforma de desarrollo debe ser delimitar el grado de alcance deseado. De entre todos los dispositivos tecnológicos disponibles existe una clara tendencia hacia los teléfonos inteligentes, quedando ello en evidencia al observar [11] que predice que un 70% de la población mundial tendrá un Smartphone el año 2020.

Por otro lado, para el año 2014 casi el 50% de la población de Bolivia tenía conexión a internet, del cual, 95% correspondían a dispositivos móviles [12]. Es evidente que una plataforma adecuada para el desarrollo es el teléfono inteligente. No obstante, dentro de éstos también existe una categorización acorde al sistema operativo y la versión del mismo.

## 3. VIDEOJUEGOS EN LA EDUCACIÓN

Algunas de las soluciones creativas a los problemas presentes durante el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de colegio son juegos de mesa, videojuegos, tutores en línea, MOOC

(Massive Open Online Course), entre otros. De estas, su implementación y puesta en marcha puede ser dificultosa dado nuestro contexto. Por ejemplo, los juegos de mesa pueden resultar muy caros en producción y tanto tutores en línea como MOOC implican tener una conexión a internet y un computador disponible. Los videojuegos, no obstante, pueden ser desarrollados con herramientas de fácil acceso y la globalización de información permite su fácil divulgación y distribución. Por tanto, los videojuegos pueden ser el medio más adecuado para abordar la necesidad ya expuesta.

La historia de la relación entre videojuegos y educación no es corta, existen claros ejemplos de juegos que buscan reforzar el aprendizaje como Mario Teaches Typing [13], Math VS Zombies [14], El Rey de las Mates [15], entre otros. Por otro lado, en general los videojuegos son distribuidos ya sea hacia consolas, computadores y teléfonos móviles. Entre ellos, tanto videojuegos de consola como de computadores requieren su respectiva plataforma de ejecución para el desarrollo de la aplicación, por lo tanto, los problemas de accesibilidad surgen principalmente por razones económicas. Sin embargo, en lo que respecta a los teléfonos móviles, éstos son de fácil acceso y de alta flexibilidad al contexto social y económico, además de suponer una navaja suiza como apoyo al profesor.

Los métodos didácticos de aprendizaje basados en tecnología, como ser los cursos online, no generan interés particular en los estudiantes debido a que son muy lineales y tienen muy poca interacción con el usuario [16]. En contraparte los videojuegos son atrayentes, interesantes y entretenidos lo que hace que el usuario pase horas inmerso en estos, motivo que los hace un excelente complemento a la educación tradicional.

Existen varias aplicaciones y juegos para celular que se enfocan en el aprendizaje de las matemáticas, pero ninguna de estas es completamente aplicable al contexto boliviano y no son de mucha ayuda al profesor. En este trabajo se desarrolla un juego con el objetivo de apoyar al profesor en la enseñanza de matemáticas dentro colegios y reforzar los conocimientos en sus distintas áreas.

#### 4. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS

El desarrollo de videojuegos puede ser considerado como un proceso arduo y complejo que involucra equipos de distintas disciplinas. No obstante, debido a la fuerte influencia del componente de programación dentro el proceso, es usual que los equipos de desarrollo empleen metodologías más enfocadas al desarrollo de software en general.

Morales et al. [17] analizan algunas de las metodologías empleadas como son SCRUM, SUM, Waterfall Process, Rational Unified Process, Essential Unified Process, OpenUP, Team Software Process, Microsoft Solution Framework y Agile. Su estudio hace evidente que algunas de éstas no se encuentran directamente relacionadas al desarrollo de videojuegos, e.g. Rational Unified Process y Microsoft Solution Framework. Además, posibilita concluir en que el tiempo de producción de Waterfall Process es mayor y que no existe mucha información acerca de la metodología OpenUP.

El desarrollo de videojuegos no sigue estrictamente una metodología específica, pero hay varios procesos que facilitan el desarrollo por parte del equipo de trabajo. Es usual que cada entidad desarrolladora emplee un método diferente dependiendo de las características del equipo de trabajo y los recursos que se

tienen a disposición. En este trabajo, la metodología empleada se basó en SUM [18] que posee la siguiente estructura:

**Concepto:** Se define el tipo de videojuego que se realizará, determinando a grandes rasgos las características que este tendrá, el *gameplay*, la historia, ambientación, etc. Se toma principal atención a puntos como el *gameplay*, ya que esto permitirá crear las mecánicas básicas del videojuego y tener un rumbo de programación para el mismo.

**Planificación:** En este punto se plantea un cronograma flexible para la presentación de avances tomando en cuenta las tareas a realizar por cada integrante del grupo.

**Elaboración:** Este es el punto más importante de la metodología, ya que de este punto depende el éxito o fracaso del desarrollo de un videojuego. En este punto se plantean objetivos para el avance del desarrollo y las tareas necesarias para lograr estos objetivos, se controla el avance en base al cronograma y a los objetivos planteados, además se evalúa el videojuego, y se corrigen errores y problemas que van surgiendo en base a la experiencia adquirida, además esto permite optimizar el trabajo.

**Beta:** Es una versión de prueba del videojuego, con esta versión de prueba se puede testear el funcionamiento del videojuego, verificar los bugs existentes y corregirlos, además de verificar que el *gameplay* y los eventos del videojuego funcionen correctamente. Otra característica de esta parte del desarrollo es que se puede publicar la beta para obtener una retroalimentación por parte de los usuarios que están interesados en el videojuego, con la versión Beta se analiza la diversión que genera el videojuego, el *gameplay*, la curva de aprendizaje, la curva de dificultad entre otras cosas.

**Cierre:** El cierre es el paso final de esta metodología, se llega a esta fase cuando se lanza la versión final del videojuego, durante esta fase se evalúan los problemas, éxitos, soluciones, cumplimiento de objetivos y se realiza una retroalimentación de todo el proceso de creación del videojuego.

**Gestión de Riesgos:** Es un punto que se toma en cuenta durante todo el proceso de creación del videojuego, tiene como objetivo minimizar el impacto de problemas, establecer una probabilidad e impacto de posibles riesgos existentes, además, permite prever posibles problemas de programación y establecer métodos de solución para estos problemas. En el caso de la programación de un videojuego se debe tomar especial atención a los errores más comunes que se realizan al momento de desarrollar un videojuego, estos errores son los denominados “*loopholes*” (ventajas que el jugador puede tener en base a *bugs*, *glitches*, etc.) y los “*Dead Ends*” (Callejones sin salida que imposibilitan el avance en el videojuego).

A esta estructura, se agregó el concepto de trabajo en base a *Product Backlog* en la etapa de planificación, priorizando de esta forma algunas tareas más importantes que otras en la etapa de elaboración. Asimismo, se implementaron las etapas de validación y presentación de resultados y se cambió la etapa de Beta por Alfa, esto debido a que la Alfa es un desarrollo más pequeño, lo que permitía tener mayor retroalimentación del desarrollo y generar documentación en base a los resultados obtenidos. Esto permite modificar sin retroceder sustancialmente en el desarrollo del videojuego en caso de tener una mala recepción.

El desarrollo se base en Sprints, abarcando desde la etapa de planificación hasta presentación de resultados. Una vez terminados los Sprint se procede a la etapa de Beta general del videojuego y finalmente el cierre. Cabe destacar que el proceso de cada Sprint es iterativo hasta concluir el desarrollo del

videojuego. La figura 1 presenta un diagrama conceptual de la metodología SUM modificada.

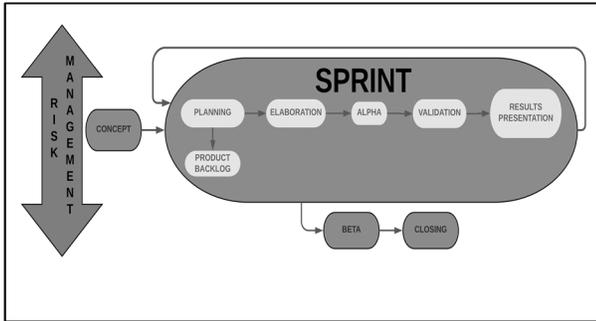


Figura 1. Diagrama de la metodología SUM modificada.

Otras metodologías para el desarrollo de videojuegos implican la repartición de actividades entre grandes grupos multidisciplinarios. Esta no es una posibilidad real para equipos de producción de bajo presupuesto y escaso número de integrantes, por lo que la metodología SUM modificada representa una alternativa real.

Con la finalidad de validar la efectividad de la metodología propuesta se desarrolló un videojuego enfocado en matemáticas. La prueba de concepto involucró la implementación de todos los pasos propuestos en la metodología y se hizo un análisis de la efectividad de la misma.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del videojuego orientado al aprendizaje se utilizó como herramienta principal el motor de creación de videojuegos Unreal Engine (UE). Este motor es considerado uno de los mejores en la creación de aplicaciones gráficas, como serían los videojuegos. La mayor aplicación de UE se encuentra en la industria de videojuegos debido a las aparentes prestaciones técnicas que brinda este motor en relación al uso de memoria RAM y de CPU [19] respecto a motores similares.

El primer paso para el desarrollo del videojuego consistió en plantear el concepto principal y ampliarlo para tener una mejor idea de los aspectos generales que el videojuego debe cumplir. En este paso se dividió en Sprints el desarrollo, en cada Sprint se debe superar una serie de objetivos, ya sea la elaboración de alguna mecánica o completar un nivel del videojuego y para cada Sprint se generan los Product Backlog, que permiten priorizar algunas tareas durante el desarrollo del videojuego [20]. Posterior a este paso se procedió a elaborar el nivel o mini juego que se planteó para el Sprint correspondiente.

En la creación de los niveles se utilizaron los llamados Blueprints de Unreal Engine ya que estos permiten la creación de mecánicas con mayor velocidad que el desarrollo por medio de programación y no son tan restrictivos, adaptándose a las ideas de niveles planteadas por el equipo de desarrollo.

La creación de los niveles para un videojuego es una de las partes más importantes ya que es lo que en realidad atrae a un usuario. Por lo tanto, para un videojuego educativo se optó por hacerlo de fácil entendimiento y con características de retroalimentación para que el usuario en cuestión, en este caso estudiantes de colegio, se comprometan con el juego y exista motivación de seguir jugando.

Para el diseño de los niveles del videojuego se tuvo como principal área de aprendizaje a desarrollar la geometría,

dividiendo los mini juegos en dos subáreas que son “ángulos” y “ángulos y lados” y con las que se trabajó para la realización de los mini juegos. En cada nivel se tomó en cuenta primero el área en que consiste para así poder plantear ideas al respecto, seguidamente se hace un maquetado en papel (diseños o bocetos para tener una idea de cómo trabajar) simulando el juego para así tener un prototipo antes de empezar a programar. Después de pasar estas etapas se procedió a programar en UE.

Después de la elaboración de un nivel se realizó un alfa del mismo para probarlo, verificar su buen funcionamiento y detectar posibles fallos o bugs. A este paso se lo llama validación, sin importar si los resultados de ésta son positivos o negativos se documenta todo lo obtenido durante el sprint y en caso de tener resultados negativos se debe replantear los objetivos a completar en el siguiente sprint, en caso de ser positivos se puede continuar con los siguientes objetivos a cumplir.

Se utilizó la misma metodología para realizar mini juegos para el área de geometría. Teniendo mini juegos para obtener ángulos y lados de triángulos, éstos van aumentando la dificultad a medida que se van resolviendo los ejercicios. Para la segunda versión de estos mini juegos se implementó un sistema de tiempo tomando en cuenta la información obtenida durante el sprint de retroalimentación con los estudiantes de prueba.

El juego inicia en la pantalla de menú principal donde se muestran las opciones a escoger, en este caso solo se puede escoger el área de geometría. Después de la selección de opciones se va a otro menú para ver escoger de forma más específica el área que desea se desea jugar (Fig. 2), seguidamente de esto se ingresa a uno de los mini juegos, el primero basado en la introducción de caracteres (Fig. 3) y el segundo con opciones múltiples (Fig. 4). Cada mini juego presenta nueve niveles que van aumentando en dificultad según se va avanzando, además, el mini juego completo tiene un cronómetro que varía dependiendo de la dificultad elegida. Una vez el jugador supere todos los niveles saldrá una pantalla mostrando la cantidad de aciertos.



Figura 2. Selección de mini juego.



Figura 3. Ejemplo de mini juegos utilizando introducción de caracteres.



Figura 4. Ejemplo de mini juegos utilizando opción múltiple.

### 5.1. RESULTADOS

Como resultado del desarrollo se obtuvieron mini juegos que utilizaban dinámicas simples para que los usuarios se adapten rápidamente al modo de juego, además el juego pone a prueba los conocimientos de los estudiantes al aumentar de dificultad gradualmente. Después de la primera validación realizada durante la gestión educativa 2017 se optimizó la interfaz gráfica del juego para darle personalidad al mismo.

Toda aplicación informática requiere de una instancia de retroalimentación que permita obtener los resultados o impactos de dicha aplicación. En función a los mini juegos desarrollados, se procedió a realizar una validación de los mismos con estudiantes de colegio.

Hasta la fecha de presentación de este documento se pudo desarrollar los primeros mini juegos orientados al área de Geometría, los cuales son completamente funcionales y permiten interactuar al usuario con los mismos. Ambos mini juegos presentan una variedad de preguntas para que el usuario practique los conocimientos adquiridos durante sus clases. Por otro lado, todo lo desarrollado es reutilizable, ya que de distintas mecánicas empleadas en los mini juegos se pueden crear otros nuevos dependiendo del área de aprendizaje.

### 5.2. VALIDACIÓN DEL VIDEOJUEGO

Después de realizar el proceso de desarrollo de la primera versión Alfa del videojuego se hizo una validación del mismo con estudiantes del colegio Instituto Americano de la ciudad de La Paz en el área de Matemáticas, específicamente geometría. Esta validación consistió en hacer que los estudiantes prueben el videojuego y después respondan una serie de preguntas sobre el mismo, algunas de las preguntas involucraron qué les pareció el diseño, dificultad, que mejorarían del videojuego, entre otras preguntas.

Los resultados de la validación fueron positivos tanto en la presentación del videojuego como en su simpleza, destacando el hecho de ser un producto enfocado en las áreas de aprendizaje que los estudiantes llevan en colegio, teniendo como mejores cualidades la presentación gráfica de los ejercicios, la inclusión de tiempo para aumentar el reto en los mini juegos, la interactividad y la dificultad de los ejercicios.

Las figuras 5 y 6 presentan los resultados de aceptación por parte de los estudiantes hacia el videojuego.

En Bolivia, las aulas de secundaria del área urbana cuentan con un promedio de 37 alumnos mientras que en el área rural se tiene un promedio de 22 alumnos [21]. Para lograr esta validación se realizaron las encuestas a 37 estudiantes de 5to de Secundaria entre hombres y mujeres. Como se puede apreciar en las gráficas más de un 70% de los estudiantes que probaron el videojuego le dieron una calificación igual o mayor a 8 en una escala de 1 a 10 siendo 1 mal producto y 10 excelente producto.

### ¿Qué te parece el Videojuego?

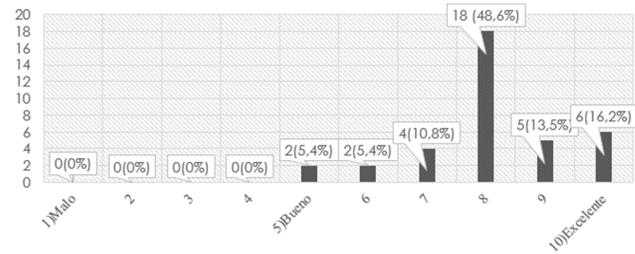


Figura 5. Grado de aceptación de videojuego siendo 1 malo y 10 excelente.



Figura 6. Gráfica con el porcentaje de los alumnos que consideran que este videojuego ayudará a su aprendizaje.

Por otro lado, un 97.29% de los estudiantes consideran que este videojuego será de ayuda en su aprendizaje en colegio. Estos datos reflejan la buena aceptación al videojuego y el deseo de ver trabajos similares en la educación.

Para realizar la validación, se tomó la decisión de trabajar en una institución que tuviera una media en relación a los temas requeridos para un estudiante promedio en el área de matemáticas, como ser: trigonometría, geometría, álgebra, estadística y relaciones trigonométricas. La institución seleccionada fue el Instituto Americano de la Ciudad de La Paz, ya que cuenta con los requerimientos en cuanto a educación. El Instituto Americano cuenta con cuatro paralelos por nivel y en cada paralelo hay un promedio de 37 estudiantes, para la realización de la validación se tomó como referencia a un solo paralelo de la misma.

Algo destacable fue que los estudiantes querían ver juegos similares para otras áreas de aprendizaje. Las más solicitadas fueron química, biología e idiomas, demostrando una aceptación por parte de los estudiantes al producto.

Finalmente, en una entrevista con los profesores de matemáticas y física del colegio se pudo constatar el interés de los mismos por tener un programa como el presentado para sus clases, que les permitiría no solo evaluar los conocimientos de los estudiantes, sino también mostrar ejemplos didácticos según el área de aprendizaje. Una de las sugerencias de los profesores fue la implementación de una base de datos con soluciones que ellos puedan imprimir o utilizar en cualquier momento, así como archivos que almacenen los resultados de los estudiantes para tener una retroalimentación del área avanzada.

## 6. DISCUSIÓN

El proyecto realizado dio como resultado un videojuego dirigido al contexto social de Bolivia, dado que cubre temas avanzados en los colegios del país y toma en cuenta una etapa de validación con profesores de colegio. Por otro lado, al ser el videojuego desarrollado en Unreal Engine esto permite mayor compatibilidad con varias plataformas como ser PC, dispositivos móviles y consolas, lo que amplía las posibilidades de uso del mismo en los colegios.

Los aspectos del proyecto a optimizar son la interacción del usuario con los mini juegos, la variedad de los mismos para hacerlos mucho más atractivos para los estudiantes. Adicionalmente, se implementará un sistema de apoyo para los profesores que les permita realizar su avance de materia en conjunto con el videojuego.

A diferencia de otros videojuegos educativos en el mercado, nuestro producto está completamente enfocado al contexto boliviano, factor que permite a los estudiantes identificarse más con nuestro videojuego. Juegos como Math Vs Zombies, Mario Teaches Typing u otros similares no presentan minijuegos aplicados al aprendizaje escolar, sino que son para aprendizaje general de distintas áreas. Nuestro videojuego propone potenciar el aprendizaje de los estudiantes en base a lo expuesto en clases, lo cual es una gran ventaja que tiene en comparación con juegos anteriormente mencionados.

La metodología implementada permitió la evolución de la dinámica de trabajo del equipo de desarrollo. Esta metodología modificada resultó mejorar el trabajo en tiempo y calidad del producto, permitiendo tener resultados validados que permitieron avanzar en el desarrollo del videojuego evitando errores que obliguen a modificar todo el proyecto. El tiempo de producción del juego fue de 4 meses y el equipo de producción compuesto por 6 personas a tiempo parcial.

Finalmente, debe recalarse que, si bien el producto está dirigido al contexto local, la metodología puede dar lugar a nuevos videojuegos en cualquier contexto. La estructura de la metodología en sí es fácilmente aplicable con grupos de desarrollo pequeños y considera etapas sencillas de aplicar.

## 7. CONCLUSIONES

La implementación de soluciones tecnológicas es transversal al proceso educativo en todo país. Nuestro país aún no ha implementado una solución tecnológica especialmente desarrollada para el contexto boliviano, siendo que todas las posibles soluciones tecnológicas utilizadas no han sido validadas con los estudiantes y profesores del país.

A pesar de existir muchos videojuegos de matemáticas estos no responden en totalidad al contexto de aplicación. Dado que no se adaptan al temario de los colegios, en muchos casos esto puede generar problemas de aprendizaje y provocar confusión. Consecuentemente, los profesores evitan emplear aplicaciones móviles por las pocas ventajas que representan desde su perspectiva.

Los métodos de diseño y desarrollo de videojuegos son variados y no existe un consenso sobre cuál es el mejor o más adecuado. Sin embargo, es importante notar que cada método está caracterizado por puntos específicos y ofrece ventajas importantes que son explotadas dependiendo del tipo de equipo de desarrollo.

La metodología planteada para el desarrollo del videojuego permitió un avance rápido, validado y documentado del proyecto. Esta metodología permite que todos los miembros del equipo de desarrollo tengan control sobre los avances que se realicen en el videojuego. Por otro lado, para que el avance en el videojuego sea productivo debe existir mucha comunicación entre todos los miembros del equipo de desarrollo, siendo este uno de los aspectos fundamentales de la metodología. De esta forma y después del desarrollo del videojuego se puede validar la aparente efectividad de esta metodología especialmente en equipos de desarrollo pequeños.

En cuanto al producto, la validación efectuada posibilita concluir en la necesidad de continuar desarrollando mecánicas diferentes entre sí para los mini juegos, esto para evitar la repetitividad y aumentar el interés de los estudiantes de colegio por el videojuego. Otro punto fundamental es el dinamismo de la curva de dificultad, esto para conseguir resultados óptimos y el mejor rendimiento posible por parte de los estudiantes. Para ello, los profesores, al ser parte del proceso de desarrollo, pueden proponer un conjunto de retos adaptados a la situación de su curso.

Paralelamente, es evidente la necesidad de mejorar la estética y presentación del videojuego; mientras más atractivos visualmente sean los juegos, mayor posibilidad de aceptación se presenta. Ciertamente, este punto puede ser considerado el de mayor dificultad para equipos de programadores debido a que refleja la necesidad de un especialista en desarrollo gráfico-visual.

La mayor diferencia entre el método SUM tradicional y el empleado por el equipo se encuentra en la organización del avance, ya que la metodología SUM tiene planteado un avance fijo, siguiendo una serie de pasos hasta llegar a una validación final, mientras que en el trabajo realizado para este videojuego después de cada módulo de desarrollo se realiza una validación que puede ser externa (con estudiantes de colegios) o interna (con el equipo de desarrollo), que permite retroalimentar el progreso y priorizar el desarrollo de ciertos aspectos del videojuego. Adicionalmente, el uso de Product Backlog y los Sprint para cada etapa del desarrollo permiten un mejor avance con menos errores a largo plazo y mantienen el proyecto interesante para el público al que está enfocado.

Otro aspecto característico en el avance del desarrollo fue el diseño preliminar de los mini juegos, realizando la denominada “programación en papel”. Esto permitió a todos los miembros del equipo tener una idea más clara del concepto visual y mecánica del juego.

## 8. TRABAJO FUTURO

Se espera a largo plazo desarrollar un videojuego completo que implemente distintos mini juegos para diferentes áreas de aprendizaje, implementando las mecánicas ya desarrolladas, así como nuevas mecánicas que se desarrollen con el transcurso del tiempo. También se debe implementar un sistema de control para los profesores que permita una retroalimentación de su parte en tiempo real, mejorando el aprendizaje de los estudiantes y funcionando a la par del avance teórico.

Se desea dar a conocer la metodología SUM modificada a otras desarrolladoras y público en general, siendo esta metodología una alternativa al desarrollo de videojuegos que tiene resultados positivos y se adapta a equipos de trabajo especialmente pequeños.

Adicionalmente, durante el desarrollo se idearon distintas mejoras al videojuego que permitan al docente encargado monitorear los resultados de sus estudiantes para así potenciar las falencias de los mismos. Esto se lograría con una base de datos que tenga la información de cada estudiante a la cual el docente pueda acceder de forma fácil y rápida. Además, se planea implementar un sistema de logros que se vayan desbloqueando a medida se logren mejores resultados en los mini juegos.

## 9. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” regional La Paz por su apoyo en el desarrollo del videojuego, también se agradece a los eventos tecnológicos en los que se difundieron los avances del videojuego. Finalmente se agradece al colegio Instituto Americano por el apoyo dado en la etapa de validación del videojuego, especialmente a los profesores Raúl Pozo y Edwin Escalante de las áreas de Matemáticas y Física respectivamente.

## 10. REFERENCIAS

- [1] M. L. Angelini and A. García-carbonell, “Percepciones sobre la Integración de Modelos Pedagógicos en la Formación del Profesorado: La Simulación y Juego y El Flipped Classroom,” *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 16, no. 2, pp. 16–30, 2015.
- [2] D. I. Martino, “Desarrollo de aplicaciones para la enseñanza de la matemática con dispositivos móviles,” no. 1, 2015.
- [3] “Coursera | Online Courses From Top Universities. Join for Free.” [Online]. Available: <https://es.coursera.org/>. [Accessed: 25-Mar-2018].
- [4] “edX | Cursos online gratuitos de las mejores universidades del mundo.” [Online]. Available: <https://www.edx.org/es>. [Accessed: 25-Mar-2018].
- [5] “Duolingo: Aprende inglés, francés y otros idiomas gratis.” [Online]. Available: <https://es.duolingo.com/>. [Accessed: 25-Mar-2018].
- [6] A. Rodríguez-Ascaso and J. González Boticario, “Accesibilidad y MOOC: Hacia una perspectiva integral,” *RIED. Rev. Iberoam. Educ. a Distancia*, vol. 18, no. 2, May 2015.
- [7] J. Martínez, “¿Cómo integrar las nuevas tecnologías en educación inicial?,” *Educación*, 2011.
- [8] A. Vallejo Pantoja and A. Huertas Montes, “Integración De Las TIC En La Asignatura De Tecnología De Educación Secundaria,” *Pixel-Bit. Rev. Medios y Educ.*, no. 37, pp. 225–337, 2010.
- [9] P. Villatoro and A. Silva, *Estrategias, programas y experiencias de superación de la brecha digital y universalización del acceso a las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC). Un panorama regional*, vol. 101. 2005.
- [10] UNESCO Instituto de Estadística, *USO DE TIC EN EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital ( e - readiness )*. 2013.
- [11] “Crecimiento del uso de celulares en el mundo - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com.” [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16500742>. [Accessed: 22-Mar-2018].
- [12] “En un año casi se duplicaron las conexiones a internet en el país - La Razón.” [Online]. Available: [http://www.la-razon.com/economia/ano-duplicaron-conexiones-internet-pais\\_0\\_2053594712.html](http://www.la-razon.com/economia/ano-duplicaron-conexiones-internet-pais_0_2053594712.html). [Accessed: 25-Mar-2018].
- [13] “Mario Teaches Typing - Descargar gratis.” [Online]. Available: <https://mario-teaches-typing.programas-gratis.net/>. [Accessed: 22-Mar-2018].
- [14] “Math Vs Zombies - Aplicaciones Android en Google Play.” [Online]. Available: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.taptolearn.mathVsZombiesPro&hl=es\\_419](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.taptolearn.mathVsZombiesPro&hl=es_419). [Accessed: 22-Mar-2018].
- [15] “Rey de las Matemáticas - Aplicaciones de Android en Google Play.” [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.troubi.kingofmath&hl=es>. [Accessed: 22-Mar-2018].
- [16] K. D. Squire, “W7 - Changing the Game: What Happens When Video Games Enter the Classroom?,” *J. Online Educ.*, vol. 1, no. 6, pp. 1829–1841, 2005.
- [17] G. A. Morales Urrutia, C. E. Nava López, L. F. Fernández Martínez, and M. A. Rey Corral, “Procesos de desarrollo para videojuegos,” *CULCyT Cult. Científica y Tecnológica*, no. 36, pp. 25–39, 2010.
- [18] N. Acerenza *et al.*, “Una Metodología para Desarrollo de Videojuegos,” no. Asse, p. 14, 2009.
- [19] P. Mishra and U. Shrawankar, “Comparison between Famous Game Engines and Eminent Games,” *Int. J. Interact. Multimed. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, p. 69, 2016.
- [20] K. Schwaber and M. Beedle, “Agile Software Development with Scrum.” p. 158, 2001.
- [21] G. Zambrana *et al.*, *La Educación En Bolivia Indicadores, Cifras Y Resultados*. 2004.