

## SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE DE OPERACIONES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA

### EDUCATIONAL SOFTWARE FOR STRENGTHENING THE LEARNING OF ARITHMETIC OPERATIONS IN BASIC EDUCATION STUDENTS

Rivera Blas Emmanuel Zenén<sup>1</sup>, Rodríguez Contreras Nayeli<sup>2</sup>, Rivera Blas Raúl<sup>3</sup>,  
Rosas Escobedo Alfonso<sup>4</sup>, Rodríguez Contreras Jimmy<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doctorado. Tecnológico Nacional de México, Campus Alvarado, Departamento de Sistemas Computacionales, emmanuel.rb@alvarado.tecnm.mx, (297) 9733600, Escolleras Norte S/N, Colonia La Trocha, C.P. 95250, Alvarado, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Doctorado. Tecnológico Nacional de México, Campus Alvarado, Departamento de Sistemas Computacionales, nayeli.rc@alvarado.tecnm.mx, (297) 9733600, Escolleras Norte S/N, Colonia La Trocha, C.P. 95250, Alvarado, Veracruz, México.

<sup>3</sup>Doctorado. Instituto Politécnico Nacional, ESIME Azcapotzalco, rriverab@ipn.mx, (551) 6820508, General Figueroa S/N, Colonia Centro, Veracruz, Veracruz, México.

<sup>4</sup>Maestría. Tecnológico Nacional de México, Campus Alvarado, Departamento de Sistemas Computacionales, alfonso.re@alvarado.tecnm.mx, (297) 9733600, Escolleras Norte S/N, Colonia La Trocha, C.P. 95250, Alvarado, Veracruz, México.

<sup>5</sup>Doctorado. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 07, Departamento de la carrera de Técnico en Construcción y Reparación Naval, ingrodriguez90@hotmail.com, (921) 4461287, General Figueroa S/N, Colonia Centro, Veracruz, Veracruz, México.

**Resumen** -- El objetivo de esta investigación consistió en el diseño de un software educativo mediante la técnica de gamificación (SETGAM) diseñado para fortalecer el aprendizaje de las operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) en estudiantes de educación básica, además de la elaboración de un instrumento para evaluar el software. El software educativo presenta diseño de interfaces gráficas de usuario con actividades lúdicas y escenarios coloridos e intuitivos pensado en la usabilidad del software. La metodología utilizada para el desarrollo del software fue el modelo evolutivo Iterativo (prototipo) con cuatro etapas del ciclo de vida de desarrollo de software: especificación, diseño e implementación, validación y evolución del software. La metodología del instrumento consiste en un cuestionario diseñado bajo la escala Likert y se estructura en cinco dimensiones para valorar un software educativo (educativa, contenido, interfaz humano-computadora, funcionalidad y accesibilidad). El tipo de investigación utilizada fue cualitativa. Se implementó un cuestionario con un diseño de escala Likert a 24 estudiantes de tercero, cuarto y quinto año de primaria, posteriormente se analizaron los resultados mediante el software SPSS versión 28 y su interpretación estadística.

Se aplicó una prueba piloto con 24 alumnos para validar la confiabilidad del instrumento de medición de satisfacción del software SETGAM por medio de la determinación del coeficiente Alfa de Cronbach, mediante el software SPSS versión 20 y su interpretación estadística. Los resultados de la prueba arrojaron un valor de .807 del coeficiente Alfa de Cronbach, con lo cual se comprueba la validez y confiabilidad del instrumento.

**Palabras Clave:** educación básica, gamificación, operaciones aritméticas, software educativo.

**Abstract** -- The objective of this research was the design of educational software using the gamification technique (SETGAM) designed to strengthen the learning of arithmetic operations (addition, subtraction and multiplication) in basic education students, in addition to the development of an instrument to evaluate the software. The educational software presents graphical user interface design with playful activities and colorful and intuitive scenarios designed with the usability of the software in mind. The methodology used for software development was the Iterative evolutionary model (prototype) with four stages of the software development life cycle: specification, design and implementation, validation and evolution of the software. The methodology of the instrument consists of a questionnaire designed under the Likert scale and is structured in five dimensions to evaluate educational software (educational, content, human-computer interface, functionality and accessibility). The type of research used was qualitative. A questionnaire with a Likert scale design was implemented with 24 third, fourth and fifth year primary school students. The results were subsequently analyzed using SPSS version 28 software and its statistical interpretation.

A pilot test was applied with 24 students to validate the reliability of the satisfaction measurement instrument of the SETGAM software by determining the Cronbach's Alpha coefficient, using SPSS version 20 software and its statistical interpretation. The test results showed a Cronbach's Alpha coefficient value of .807, which confirms the validity and reliability of the instrument.

**Key words** – basic education, gamification, arithmetic operations, Educational software.

## INTRODUCCIÓN

Las matemáticas son consideradas el mayor reto de muchos alumnos ya que conforme avanzan de grado éstas se vuelven más complejas, esta situación no cambia y desde hace muchos años va pasando de generación en generación debido a las fallas que tiene el sistema educativo. Estas fallas tienen un impacto negativo en la sociedad ya que si no se atiende desde que el alumno empieza su educación primaria esto se vuelve más difícil para él, ocasionando así desinterés y poca comprensión lo que trae como consecuencia un bajo rendimiento escolar.

En México se presenta una gran deficiencia en la rama de las matemáticas, específicamente en el aprendizaje de las operaciones aritméticas, tal como lo describe la prueba PLANEA 2018. De acuerdo con los resultados de la prueba aplicada a estudiantes de sexto año de primaria, el 59% de los estudiantes en México presentan dificultades para resolver operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división) con números naturales, ubicándolos en el nivel I de la prueba describiendo el nivel de conocimiento como un “dominio insuficiente”, un 18% presenta un dominio básico (Nivel II), el 15% obtuvo un nivel satisfactorio (Nivel III) y sólo el 8% obtuvo un nivel de dominio sobresaliente (Nivel IV). De forma particular se logra señalar que Veracruz se encuentra entre los tres estados con más bajo dominio de matemáticas, con un promedio de 487 puntos, con una diferencia estadística de 15 puntos por debajo de la media nacional (503). Además, se aprecia que en los resultados de la prueba PLANEA 2015, Veracruz obtuvo un puntaje promedio de 501, disminuyendo su puntaje a 487 con respecto a la prueba PLANEA 2018; por lo que se puede apreciar una disminución significativa entre ambas fechas [1].

Actualmente podemos constatar que la educación ha sufrido una evolución a lo largo de los años. Los docentes se han visto en la necesidad de cambiar la forma en que realizan su quehacer debido a los avances tecnológicos en los que se encuentran inmersos los estudiantes de hoy. Por este motivo, el uso de la tecnología se ha convertido en un apoyo fundamental para el profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje adaptándola a actividades relacionadas a las asignaturas que imparte.

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) juegan un papel muy importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, pero antes de aplicarlas se debe partir de cómo aprende el niño, lo que en la educación se denomina desarrollo psicoevolutivo, es decir que “atendiendo a su edad, intereses y motivaciones, definamos y seleccionemos estrategias didácticas adecuadas a sus características, siendo las TIC un recurso interesante para conseguir una enseñanza atractiva, motivadora y muy visual” [2].

[3] La matemática es, en gran parte, juego, y el juego puede, en muchas ocasiones, analizarse mediante instrumentos matemáticos. Por la semejanza de estructura entre el juego y la matemática, es claro que existen muchos tipos de actividad y muchas actitudes fundamentales comunes que pueden ejercitarse escogiendo juegos adecuados tan bien o mejor que escogiendo contenidos matemáticos de apariencia más seria, en muchos casos con claras ventajas de tipo psicológico y motivacional para el juego sobre los contenidos propiamente matemáticos.

La gamificación es la aplicación de recursos propios de los juegos (diseño, dinámicas, elementos, etc.) en contextos no lúdicos, con el fin de modificar los comportamientos de los individuos, actuando sobre su motivación, para la consecución de objetivos concretos [4].

[5] define los fundamentos de la gamificación en dinámicas, mecánicas y los componentes. Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego: Limitaciones, emociones, narración, progresión, etc. Las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo del juego: Retos, recompensas, feedbacks, competición, etc., y los componentes son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: Logros, puntos, rankings, niveles, etc.

En la gamificación se genera una experiencia positiva en el usuario ya que se crean conocimientos de una forma más divertida debido a su carácter lúdico, es decir, perteneciente o relativo al juego [6]. El modelo del juego motiva a los alumnos, permitiendo desarrollar un mayor compromiso de las personas e incentiva el ánimo de superación [7].

Por todo lo anteriormente mencionado, surgió la propuesta de desarrollar un software educativo mediante la Técnica de Gamificación para el reforzamiento de las operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) con números naturales dirigido a los alumnos de segundo y tercer grado de primaria.

SETGAM presenta actividades lúdicas y escenarios coloridos e intuitivos pensado en la usabilidad para que los niños puedan practicar de manera autónoma, los motive en su formación, además de servir como complemento al proceso de enseñanza aprendizaje de las operaciones matemáticas. Se utilizó el modelo evolutivo Iterativo (prototipo) con cuatro fases del ciclo de vida de desarrollo de software: especificación, diseño e implementación, validación y evolución del software.

## DESARROLLO

La ingeniería de software contiene tres elementos básicos: El primer elemento es la metodología considerada como un conjunto de métodos, los cuales definen como construir el software. El segundo elemento son los paradigmas o modelos que establecen la secuencia en la que se aplican los métodos y el tercer elemento son las herramientas utilizadas para dar soporte a los métodos. Los métodos de la ingeniería de software abarcan las siguientes tareas: Planeación y estimación del proyecto, Recolección de los requerimientos, Análisis de los requerimientos del problema, Diseño de las estructuras de datos, arquitectura de los programas y procedimientos algorítmicos, Codificación, Prueba, Implantación, y Mantenimiento [8].

[9] Un modelo de proceso de software es una representación simplificada de este proceso. Cada modelo del proceso representa a otro desde una particular perspectiva y, por lo tanto, ofrece sólo información parcial acerca de dicho proceso. Un proceso de software es una serie de actividades relacionadas que conduce a la elaboración de un producto de software. El proceso utilizado para el desarrollo del software SETGAM fue el modelo evolutivo Iterativo (prototipo) con 4 etapas del ciclo de vida del desarrollo del sistema, las cuales se ilustran en la Figura 1:



Figura 1. Etapas de desarrollo de SETGAM.  
Fuente: Elaboración Propia (2023).

Dichas etapas se describen a continuación:

- Especificación del software. Se definen la funcionalidad del software, así como las restricciones de su operación.

- Diseño e implementación del software. Debe desarrollarse el software para cumplir con las especificaciones.
- Validación del software. Hay que validar el software para asegurarse de que cumple lo que el cliente quiere.
- Evolución del software. El software tiene que evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes del cliente.

### 2.1 Especificación del software

En la etapa de especificación del software hace referencia a la fase del análisis del requerimiento, la cual se define como el conjunto de técnicas y procedimientos que nos permiten conocer los elementos necesarios para definir un proyecto de software [10]. En esta primera fase, se analizaron aspectos tales como:

1. Características de los usuarios. El software está dirigido a alumnos de 3° a 5° de educación primaria. Es necesario que los niños sepan leer, escribir, contar, sumar, restar y conozcan las operaciones aritméticas básicas (suma, resta y multiplicación) de números naturales pequeños en el rango del 0 al 9 y las tablas de multiplicar del 0 al 10.
2. Características del entorno de aprendizaje. El software educativo final se instalará en los centros de cómputo de las escuelas primarias de la Ciudad de Alvarado, Veracruz. Asimismo, se distribuirá en medios de almacenamiento secundario para que el alumno pueda instalarlo en la computadora de su hogar y utilizarlo cuando así lo requiera.
3. Análisis del contenido. Debido al análisis realizado por la dimensión de la propuesta de SETGAM se consideraron cuatro escenarios principales para las actividades lúdicas, como lo ilustra la Figura 2, las cuales se describen a continuación:

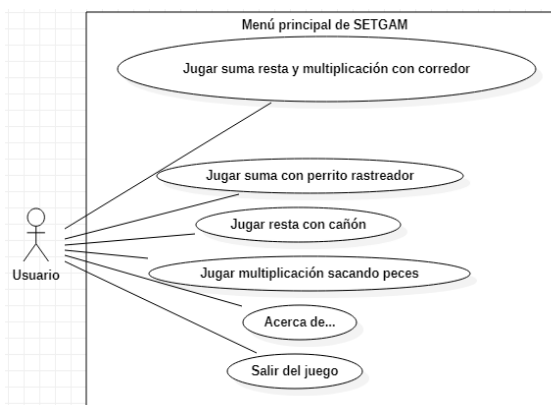


Figura 2. Caso de uso principal de SETGAM.  
Elaboración propia (2023).

- a) La actividad del juego “SUMA, RESTA y MULTIPLICACIÓN con el corredor de 100 metros planos”, se practica la suma, resta y multiplicación, en donde, el corredor compite con una corredora en una

pista de carrera, y por cada respuesta válida del resultado de la operación el corredor avanza y en caso contrario permanece estático y la corredora seguirá avanzando en la pista. Las operaciones utilizan números naturales del 0 al 9 y para el caso de las restas el primero operando es igual o mayor que el segundo ya que un niño se le ha enseñado el manejo de resultados negativos.

b) La actividad del juego “SUMA con el perrito rastreador de números”, se practica la suma de tres números, despertando en los niños la habilidad de sumas mentales y conteo de aciertos. En cada rastreo, el perrito encuentra números naturales aleatorios en el rango del 0 al 9.

c) La actividad del juego “RESTA activando los cañones con el fuego”, se practica la resta de forma simple por medio de la activación de un cañón por medio de una llama, se consideran números naturales del 0 al 9.

d) La actividad del juego “MULTIPLICA sacando peces con los pescadores”, se practican las tablas de multiplicar del 1 al 10.

4. Requerimientos técnicos. Las características técnicas de hardware y software que se deben considerar como requerimientos mínimos para la instalación y funcionamiento son: una computadora con características mínimas de 2GB de RAM, disco duro de 320GB, procesador Intel Celeron y Sistema Operativo Microsoft Windows home. Asimismo, para el funcionamiento del software educativo se deberá instalar el JRE de java.

## 2.2 Diseño e implantación del software

Un diseño de software es una descripción de la estructura del software que se va a implementar, los modelos y las estructuras de datos utilizados por el sistema, las interfaces entre componentes del sistema y, en ocasiones, los algoritmos usados [9].

En esta etapa se definieron las estructuras de almacenamiento de contenidos como son: videos, audios, imágenes, etc. Asimismo, el diseño de las interfaces gráficas de usuarios (GUI, por sus siglas en inglés, Graphical User Interface) considerando aspectos de color de fondo, color de letra, tamaño de las imágenes, opciones de navegabilidad, etc., además de definir el número de secciones de SETGAM como se aprecia en la Figura 3.



Figura 3. Menú principal de SETGAM.

La etapa de implementación consiste en convertir una especificación del sistema en un sistema ejecutable, “siempre incluye procesos de diseño y programación de software, aunque también puede involucrar la corrección en la especificación del software, si se utiliza un enfoque incremental de desarrollo” [9].

SETGAM fue desarrollado con el lenguaje de programación en Java considerando los aspectos de instalación, usabilidad y condiciones de infraestructura de las escuelas primarias de la Ciudad de Alvarado, Veracruz. Por lo tanto, el software educativo puede ejecutarse de manera local en cada computadora y así los padres de familia puedan instalarlo en sus hogares para que sus niños puedan utilizarlo.

En esta fase se desarrollaron las versiones iniciales de las GUI con los elementos que involucran juegos lúdicos con operaciones de suma, resta y multiplicación como lo ilustran la Figura 4, Figura 5, Figura 6 y Figura 7.



Figura 4. Pantalla SUMA, RESTA Y MULTIPLICACIÓN con el corredor de 100 metros



Figura 5. Pantalla SUMA con perrito rastreador de números.



Figura 6. Pantalla RESTA activando los cañones con el fuego.

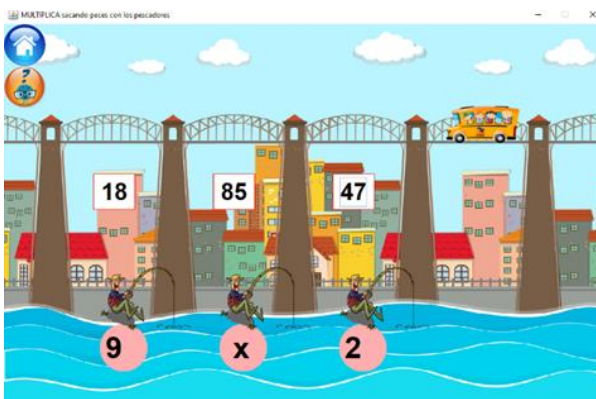


Figura 7. Pantalla MULTIPLICA sacando peces con los pescadores.

Asimismo, el prototipo realizado fue la base de este proyecto ya que a través de él se pensaron las actividades pedagógicas, se utilizó la estructura de contenidos definida en la fase de diseño y la navegabilidad de las pantallas, además se estableció una buena comunicación con los docentes que se encargaron de la parte pedagógica y de programación. El prototipo sirvió para hacer mejoras hasta llegar a la versión final de SETGAM.

### 2.3 Validación del software

La validación busca comprobar que el software hace lo que el usuario espera [9]. Debe satisfacer los requerimientos del sistema, es decir, si se está desarrollando el producto correcto [11]. En otras palabras, se puede decir que la validación involucra al usuario con el fin de determinar si el programa cumple con sus necesidades [12]. [8] menciona que la validación es un conjunto diferente de tareas que aseguran que el software que se construye sigue los requerimientos del cliente. En esta etapa se deben realizar una serie de pruebas de integración y validación del sistema al software y así verificar el correcto funcionamiento del mismo. Por lo tanto, se deben incluir pruebas de bajo nivel, que son necesarias para verificar que un pequeño segmento de código fuente se implementó correctamente, así como pruebas de alto nivel, que validan las principales funciones del sistema a partir de los requerimientos del cliente [8].

Las pruebas que se realizaron al software educativo, se listan a continuación:

- Al dar clic al botón de ayuda de cada GUI se visualice una ventana con la ayuda correspondiente.
- Al dar clic al botón de inicio de cada GUI se retorne al menú principal.
- Al dar clic a cada botón del menú principal se visualice la GUI correspondiente con todos y cada uno de los elementos del escenario del juego.
- Verificar que todos los elementos con funciones iguales en diversas GUI sean homogéneos en tamaño y color.
- Los sonidos se escuchen con el elemento correspondiente y se activen en caso de respuestas correctas, incorrectas o acciones en determinados elementos de la GUI.
- Se testearon las diversas entradas de datos en el juego del corredor de los 100 metros planos corroborando los sonidos en caso de error o acierto, avance del corredor si la respuesta es correcta, corredor no avanza si la respuesta es incorrecta, mensaje del corredor ganador cuando llegue a la meta final y conteo total de respuestas correctas e incorrectas.
- Verificar que todos los elementos aleatorios de números sean números naturales del 0 al 9 para obtener la expresión de la operación suma, resta o multiplicación.
- Verificar que las respuestas aleatorias correctas presentadas en los distintos juegos de las GUI aparezcan en diferente posición de selección y no se repitan los valores.

Los problemas encontrados permitieron depurar el prototipo, realizando la mejora del mismo. Esta actividad se realizó en forma repetida validando hasta que se consideró que el prototipo superó el control de calidad tanto a nivel técnico como pedagógico.

### 2.4 Evolución del software

En esta etapa el sistema se instala y se pone en práctica. El mantenimiento incluye corregir los errores que no se detectaron en etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema e incrementar los servicios del sistema conforme se descubren nuevos requerimientos [9].

### 3. Pruebas

Como parte del proceso de ingeniería de software se diseñó e implementó un instrumento para evaluar la usabilidad del software SETGAM por parte del usuario final (estudiantes de educación básica). A continuación, se describe el proceso.

#### 3.1 Diseño del instrumento de medición

El instrumento fue diseñado mediante una escala Likert y se estructuró en cinco dimensiones: educativa, contenido, interfaz humano-computadora, funcionalidad y accesibilidad.

El instrumento al estar basado en una escala Likert, se define como “un método de investigación de campo sobre la opinión de un individuo sobre un tema. Genera un cuestionario que identifica el grado de acuerdo o desacuerdo de cada pregunta y, regularmente, emplea 5 niveles” [13].






Una escala Likert es un tipo de escala ordinal comúnmente utilizado en cuestionarios de opinión y valoración, y de uso muy frecuente en encuestas para la investigación [14]. Las escalas, concebidas como instrumentos de medición, deben ser plenamente válidos y confiables, es decir, mostrar altos valores de validez y de confiabilidad. La validez alude la capacidad del instrumento de medir el constructo que pretende cuantificar y la confiabilidad, a la propiedad de mostrar resultados similares, libre de error, en repetidas mediciones [15].

Las escalas Likert son muy populares porque constituyen una de las maneras más confiables de medir opiniones, percepciones y comportamientos.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la escala Likert que se utilizó en la encuesta, la cual usó los siguientes intervalos de valor:

- 1: Totalmente en desacuerdo.
- 2: En desacuerdo.
- 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 4: De acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.

Tabla 1. Valores de la escala Likert.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
				

[16] propone 5 dimensiones para valorar un software educativo, considerando características como usabilidad, diseño, funcionalidad, entre otras., a fin de crear una metodología de evaluación. Las descripciones de las cinco dimensiones se detallan, a continuación.

#### Dimensión 1. Educativa

[17] El proceso mental no puede producirse sin la correlación entre estos dos componentes básicos: los conocimientos y las acciones. Tal es el caso del niño que no sólo aprende una actividad con ayuda de la madre, sino que con ella se apropia de las reglas de interacción que gobiernan y regulan la actividad a aprender, lo que implica el aprendizaje de la ‘gramática de la interacción’. El acento, por tanto, no está en aprender nuevas destrezas mediante una instrucción programada, a la manera de los conductistas, sino en incorporar y asimilar el significado social y cultural de la actividad.

[18] destaca como características del juego los siguientes rasgos:

- Es una actividad libre, es decir se ejerce por amor de ella misma, no por razón del provecho que de ella se deriva.
- Con una cierta función en el desarrollo del hombre.
- El concepto de juego no coincide con el de broma. El juego ha de ser tomado en serio.
- El juego, como el arte, produce placer a través de su contemplación y su ejecución.
- Es una actividad separada de la vida ordinaria en el tiempo y en el espacio.
- Se dan ciertos elementos de tensión, cuya liberación y catarsis causa placer.
- Da lugar a lazos muy especiales entre los practicantes del mismo juego.

La matemática, en su misma esencia profunda, es también juego, si bien este juego involucra otras facetas como la científica, instrumental y filosófica, que hacen de la matemática uno de los pilares básicos de la cultura humana [19].

Por lo tanto, la dimensión educativa considera aspectos como la capacidad de motivación y atractivo, el enfoque aplicativo y creativo, la adaptación a los usuarios y su ritmo de trabajo, el fomento a la iniciativa y el autoaprendizaje, así como el esfuerzo cognitivo y el desarrollo de capacidades [20].

En la dimensión educativa se busca que los alumnos de segundo y hasta tercer grado de primaria potencien su pensamiento lógico y desarrollen el razonamiento a través del juego y fortalezcan el aprendizaje de las operaciones aritméticas como son suma, resta, multiplicación y división.

### Dimensión 2. Contenido

[21] en la dimensión contenido se debe considerar la calidad, fiabilidad, organización y relevancia de la información entregada. Esta debe ser adaptada y organizada dependiendo del tipo de audiencia a la que va dirigida.

En la dimensión de contenido se busca que los alumnos fortalezcan el aprendizaje de las operaciones aritméticas como son suma, resta, multiplicación por medio de operaciones de números naturales, para el caso de la suma y la resta se utilizan dos dígitos en el rango de valores del 0 al 9, para el caso de la resta el minuendo siempre se visualizará menor o igual al sustraendo debido a que aún no se enseñan en este grado restas con resultados negativos, por lo tanto, la diferencia siempre tendrá un valor con signo positivo. Por último, para el caso de la multiplicación se utilizarán valores de la tabla de multiplicar del 1 a la del 10. Es importante destacar que cada escenario de las operaciones aritméticas los elementos que intervienen para efectuar las operaciones de las mismas se visualizaran con números aleatorios para ser dinámica las operaciones presentadas.

### Dimensión 3. Interfaz humano-computadora

[17] La disciplina de HCI (Human Computer Interaction) o IPO (Interacción Persona-Ordenador) se centra en la interacción entre unos o más seres humanos y uno o más computadores. La interacción se realiza a través de una interfaz, mediante el cual la persona y el computador se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos como sensaciones, intuiciones y nuevas formas de ver las cosas. La interfaz forma parte de un entorno cultural, físico y social, cuyos aspectos deben ser considerados en su diseño.

[8] El diseño de la interfaz de usuario crea un medio eficaz de comunicación entre los seres humanos y la computadora. Siguiendo un conjunto de principios de diseño de la interfaz, el diseño identifica los objetos y acciones de ésta y luego crea una plantilla de pantalla que constituye la base del prototipo de la interfaz de usuario.

La interfaz es aquella que captura la acción y atención y refleja el estado y contenido del sistema [21].

[22] define los principios para el diseño de interfaces como se menciona a continuación:

- Familiaridad: relacionado con el uso de metáforas que el usuario pueda comprender.
- Uniformidad: referido a la homogeneidad entre la interacción de todas las pantallas.
- Mínima sorpresa: el sistema debe ser predecible.
- Recuperabilidad: la interfaz debe permitir recuperarse de los errores.
- Guía de usuario: retroalimentación significativa y coherente al ocurrir errores sensibles al contexto.
- Diversidad de usuarios: La interfaz debe estar orientada a todos los tipos de usuarios del Sistema.
- Modelo mental: abstracción interna del usuario.
- Modelo formal: incluye los elementos y las relaciones que se establecen entre ellos.
- Modelo conceptual: en este caso concibe cuatro modelos (Modelo de caja negra, Modelo funcional jerárquico, Modelo basado en estados, Modelo basado en objetos y acciones).

En la dimensión Interfaz-Humano-Computadora se definen aspectos de diseño de la Interfaz gráfica de usuario considerando aspectos importantes como son los colores, tipo de letra, imágenes estáticas y animadas, sonido cuando una acción es correcta e incorrecta y el movimiento dinámico de los objetos en cada escenario de las operaciones de suma, resta y multiplicación, asimismo, tratando de mantener botones de navegabilidad y de interacción estándar en todo el software educativo.

### Dimensión 4. Funcionalidad

En el apartado funcionalidad se destacan aspectos como la eficacia didáctica, la relevancia e interés de los contenidos, la facilidad de uso, facilidad de instalación y acceso a la aplicación, la versatilidad didáctica, la funcionalidad de la guía de uso, entre otros. [20].

### Dimensión 5. Accesibilidad

La accesibilidad apunta a que un objeto o medio pueda ser usado sin problemas por una persona, más allá de sus habilidades, aptitudes y contexto [23].

El instrumento que se utilizó para aplicar la encuesta a los estudiantes que hayan tenido la experiencia de utilizar SETGM con la finalidad de valorar la usabilidad del software es el que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Instrumento de evaluación de SETGAM.

Ítem	DIMENSIÓN EDUCATIVA
1	Te gustó practicar la suma, resta y multiplicación jugando para reforzar tus conocimientos
2	Te despertó el interés por seguir reforzando tu conocimiento sobre la suma, resta y multiplicación

DIMENSIÓN CONTENIDO	
3	Se te hicieron fáciles las operaciones con los números que te presentó la aplicación
4	Localizaste de forma rápida los resultados de las operaciones
DIMENSIÓN INTERFAZ HUMANO-COMPUTADORA	
5	Te gustaron las imágenes y colores de la aplicación
6	Pudiste ver con claridad las imágenes y textos
7	Escuchaste con claridad el sonido de los botones de la aplicación
DIMENSIÓN FUNCIONALIDAD	
8	Comprendiste con facilidad cómo realizar las actividades de la aplicación
9	La aplicación funcionó sin problemas cuando la utilizabas
10	Supiste que hacer cuando la aplicación te marcó error en alguna actividad
DIMENSIÓN ACCESIBILIDAD	
11	Pudiste acceder a todas las secciones que consultaste sin problemas

### 3.2 Validación del instrumento

Para comprobar la fiabilidad del instrumento se debe verificar el valor del coeficiente Alfa de Cronbach, el cual “requiere una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1” [24]. El valor mínimo aceptable para el coeficiente es de 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna (correlación entre cada una de las preguntas) de la escala utilizada es baja, un valor superior a 0.7 revela una fuerte relación entre las preguntas [25]. Para la determinación del coeficiente Alfa de Cronbach se utilizó el software SPSS versión 28.

La población considerada para este estudio fueron los estudiantes de los grupos de tercero, cuarto y quinto grado de la escuela primaria Dolores María Mojica ubicada en la Ciudad de Alvarado, Veracruz, México. Se utilizó una muestra de conveniencia para el estudio, la cual constó de 24 estudiantes que se encontraban en la escuela primaria, debido a la pandemia COVID-19. [26] menciona que el muestreo por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.

Al someter el cuestionario a la prueba alfa de Cronbach para validar su fiabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el coeficiente alfa de Cronbach total del instrumento analizado, obteniéndose un valor de 0.807, superior al valor mínimo aceptable para el coeficiente Alfa de Cronbach de 0.7.

Tabla 2. Estadístico de fiabilidad Alfa de Cronbach obtenido en el análisis.

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.807	.823	11

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la primera columna corresponde a las preguntas del instrumento, en la segunda columna la media es el promedio de los valores [27] e indica el promedio de puntuación de cada pregunta, oscilando entre 4.17 para la pregunta cuatro y 4.83 para la pregunta dos. La tercera columna contiene la desviación típica o estándar, la cual se encarga de medir “que tanto se dispersan las observaciones alrededor de su media” [24]. Aquí los valores oscilan entre 0.381 para la pregunta dos y 0.776 para la pregunta cinco. La cuarta columna muestra el número de participantes en la prueba.

Tabla 3. Estadísticos de los elementos.

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
Te gustó practicar	4.75	.608	24
Te despertó el interés	4.83	.381	24
Se te hicieron fáciles	4.58	.504	24
Localizaste de forma rápida	4.17	.565	24
Imágenes y colores	4.58	.776	24
Claridad sonido	4.50	.511	24
Comprendiste con facilidad	4.75	.442	24
Funcionamiento de la aplicación	4.67	.482	24
Supiste que hacer en caso de error	4.33	.761	24
Pudiste acceder a las secciones	4.75	.442	24

La matriz de correlaciones entre elementos es una matriz cuadrada que indica la relación de cada pregunta con las demás, y en sí misma en la diagonal [28]. Dicha matriz muestra el valor obtenido del coeficiente de Pearson (r), el cual es una medida de la fuerza de la relación lineal entre dos variables, varía de -1 a 1, cuando es cercano a

cero indica poca asociación, cuando el valor es cercano a 1 indica una asociación directa y cuando es cercano a -1 indica asociación inversa entre las variables [29].

En el análisis resultó que la pregunta 1 es la que menor correlación tiene con las otras preguntas, siendo la menor correlación con la pregunta 9 con un valor de -0.297 y una mayor correlación con la pregunta 4 con un valor de 0.253, exceptuando la pregunta uno con la cual la correlación es de 1.000, tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4. Matriz de correspondencia entre elementos obtenida en la prueba Alfa de Cronbach.

Matriz de correlaciones entre elementos	
	Te gustó practicar
Te gustó practicar	1.000
Te despertó el interés	.000
Se te hicieron fáciles	.071
Localizaste de forma rápida	.253
Imágenes y colores	.231
Claridad imágenes y textos	.149
Claridad sonido	-.140
Comprendiste con facilidad	.081
Funcionamiento de la aplicación	-.297
Supiste que hacer en caso de error	.188
Pudiste acceder a las secciones	.081

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestran los valores de Alfa de Cronbach si se eliminara una pregunta del cuestionario, comprobándose que la consistencia interna del cuestionario es muy robusta al no haber disminución considerable en el valor Alfa de Cronbach de 0.807, el valor más bajo de si se elimina una pregunta es de 0.745, considerándose el valor dentro del rango aceptable; esto indica que el instrumento es unidimensional, tiene validez y fiabilidad, es decir, no solamente mide lo que dice medir, sino que además lo mide con rigurosidad.

Tabla 5. Valor de Alfa de Cronbach si se elimina un elemento.

Estadísticas de total de elemento	
	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Te gustó practicar	.827
Te despertó el interés	.798
Se te hicieron fáciles	.789
Localizaste de forma rápida	.803
Imágenes y colores	.745

Claridad imágenes y textos	.764
Claridad sonido	.794
Comprendiste con facilidad	.773
Funcionamiento de la aplicación	.801
Supiste que hacer en caso de error	.816
Pudiste acceder a las secciones	.779

De acuerdo con el valor de alfa de Cronbach obtenido (0.807) se comprueba que el instrumento tiene validez y es altamente confiable para ser utilizado en el proyecto, por lo que se puede proceder a la prueba piloto del proyecto SETGAM.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló el software SETGAM para fortalecer el aprendizaje de las operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) en estudiantes de educación básica. Además, se diseñó y validó el instrumento para evaluar el software. Mediante la prueba de terminación del coeficiente Alfa de Cronbach, se obtuvo un valor del coeficiente de 0.807 comprobándose que el instrumento tiene validez y es altamente confiable para ser utilizado en el proyecto.

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar la adaptación del software a diferentes niveles educativos y evaluar su impacto en el rendimiento académico a largo plazo. Además, sería relevante investigar la posibilidad de integrar nuevas funcionalidades y contenido educativo diversificado para abordar de manera integral el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en niños de diferentes edades. Estas líneas de investigación podrían contribuir a la mejora continua del software educativo, ampliando su alcance y adaptabilidad a diversas necesidades pedagógicas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Tecnológico Superior de Alvarado (ITSAV) por proporcionar las condiciones necesarias para llevar a cabo este proyecto de investigación, así como por establecer colaboraciones con investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 07 (CETMAR), cuya participación fue fundamental para las aportaciones al proyecto. Igualmente, se agradece al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por la oportunidad brindada al aceptar y financiar la investigación.

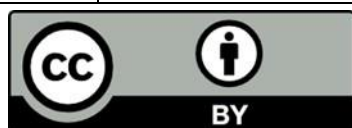
## BIBLIOGRAFÍA

- [1] inee. Instituto Nacional para la evaluación de la educación. (2018). PLANEA. *Resultados nacionales 2018. Prueba PLANEA 2018*. Recuperado de <https://www.slideshare.net/ineeweb/planea-resultados-nacionales-2018>
- [2]. Piaget, J. (1984). *El lenguaje y el pensamiento del niño pequeño*. Barcelona. Paidós.
- [3] Guzmán, M. (1984). Juegos matemáticos en la enseñanza. En Actas de las IV Jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. Santa Cruz de Tenerife. Recuperado de <http://www.mat.ucm.es/cosasmdg/cdsmdg/05edumat/re-mediosfracasouniv/laboratorio99/tercera%20parte/juemat/juemat.htm>
- [4]. Teixes, F. (2015). *Gamificación: motivar jugando*. Barcelona, España. Editorial UOC. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/biblioitsav/57871?page=9>
- [5] Werbach, K., Hunter, D. (2014). *Gamificación Revoluciona tu negocio con las técnicas de los juegos*. Madrid, España. Editorial Pearson Educación S.A. Recuperado de <https://pdfcoffee.com/gamificacion-4-pdf-free.html>
- [6] RAE. Real Academia Española. (2021). Lúdico. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://normas-apa.org/referencias/citar-diccionario/>
- [7]. Gaitán, V. (2013). *Gamificación: el aprendizaje divertido* [Contenido en un blog]. Recuperado de <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- [8]. Pressman, R. (2010). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico*. 7ma. edición. México. Editorial McGraw Hill. Recuperado de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- [9]. Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software*. 9na edición. México, D.F. Editorial Pearson Educación. Recuperado de [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2018-06-11\\_03-37-12144643.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2018-06-11_03-37-12144643.pdf)
- [10]. Gómez, M. (2011). Notas del curso: análisis de requerimientos. México. Editorial Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado de <http://ilitia.cua.uam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/168/1/619%20-%20G%20c3%20b3mez%20Fuentes%20Mar%20c3%20ada%20el%20Carmen.pdf>
- [11] Mackenzie, G., Schulmeyer, G. (2000). *Verification and Validation of Modern Software-Intensive Systems*. EUA, Editorial Prentice Hall.
- [12] Moscoso, S. (2018). Verificación, validación y pruebas de software. *Revista Killkana Técnica*, 1(3). Pp.25-32. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/226046975\\_Program\\_Verification\\_and\\_System\\_Dependability](https://www.researchgate.net/publication/226046975_Program_Verification_and_System_Dependability)
- [13]. Martínez, L. (2020). HubSpot. Escala de Likert: qué es y cómo utilizarla (incluye ejemplos). Recuperado de <https://blog.hubspot.es/service/escala-likert>
- [14] De la Rosa, S. (2012). Análisis estadístico comparativo de tres escalas de valoración: Likert, fuzzy-Likert y fuzzy de respuesta libre [Tesis de maestría]. Universidad de Oviedo, España. Recuperado de [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/4145/TFM\\_SaradelaRosadeS%E1a.pdf;jsessionid=9C9E2E0D1933F023CA2F92070835BAD0?sequence=3](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/4145/TFM_SaradelaRosadeS%E1a.pdf;jsessionid=9C9E2E0D1933F023CA2F92070835BAD0?sequence=3)
- [15] Campo, A., Oviedo, H. (2018). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Revista salud pública*, 10(5), pp.831-839. Recuperado de <https://scielosp.org/pdf/rsap/v10n5/v10n5a15.pdf>
- [16] Duque, N., Hernández, E., Guerra, A. (2018). Metodología para evaluación de software educativo accesible. Pp. 91-106. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/322641715\\_Metodologia\\_para\\_evaluacion\\_de\\_software\\_educativo\\_accesible](https://www.researchgate.net/publication/322641715_Metodologia_para_evaluacion_de_software_educativo_accesible)
- [17] Velázquez, I., Sosa, M. (2009). La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento. *Revista Iberoamericana de Educación*. 50(4). Recuperado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/3032Sosa.pdf>
- [18] Huizinga, J. (2007). *Homo ludens*. Alianza editorial. (6° reimpresión). Recuperado de [https://eva.isef.udelar.edu.uy/pluginfile.php/2157/mod\\_resource/content/3/Huizinga%20-%20Homo%20Ludens%20%281%29.pdf](https://eva.isef.udelar.edu.uy/pluginfile.php/2157/mod_resource/content/3/Huizinga%20-%20Homo%20Ludens%20%281%29.pdf)
- [19] Guzmán, M. (1989). Juegos y matemáticas. *Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*. (4). Pp. 61-64. Recuperado de <https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/4/061-064.pdf>
- [20]. Ferrer, S. (s.f.). *Software educativo y multimedia*. Recuperado de <http://ardilladigital.com/DOCUMENTOS/TECNOLOGIA%20EDUCATIVA/TICs/T5%20SOFT.ED.%20Y%20MM/05%20SOFTWARE%20EDUCATIVO%20Y%20MULTIMEDIA.pdf>
- [21] Red educacional Santo Tomás de Aquino. (2019). *Software educativo y evaluación de software educativo*. Recuperado de [http://tomasdeaquino.cl/upfiles/documentos/25032019\\_424am\\_5c98ac4fd1296.pdf](http://tomasdeaquino.cl/upfiles/documentos/25032019_424am_5c98ac4fd1296.pdf)
- [22] Shneiderman, B., et. Al. (2017). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-computer Interaction*. (6° ed.). Editorial Pearson.
- [23] De Luca, D. (2016). *Apps HTML 5 para móviles*. Editorial Alfaomega. 2da edición. Buenos Aires, Argentina. 276 pp.

- [24] Hernández, R., Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- [25] Celina H., Campo A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista colombiana de psiquiatría, 34 (4), pp. 572-580. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
- [26] Webster A. (2000). Estadística aplicada a los negocios y la economía. (3a edición). Colombia: McGraw-Hill.
- [27] Spiegel, M. (1977). Teoría y problemas de Probabilidad y estadística. (8a edición). México: McGraw-Hill.
- [28] Bojórquez M, López L, Hernández M, Jiménez E. (2013). Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab. En: Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity. México. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf>
- [29] Lind D., Marchal, W., Wathen, S. (2012). Estadística aplicada a los negocios y la economía. (15va edición). México: Mc. Graw Hill.

#### ROLES DE CONTRIBUCIONES

Rol	Autor(es)
<b>Administración del proyecto</b>	Emmanuel Zenén Rivera Blas
<b>Redacción – Borrador original</b>	Nayeli Rodríguez Contreras
<b>Supervisión Validación</b>	Raúl Rivera Blas
<b>Software</b>	Alfonso Rosas Escobedo
<b>Redacción- Revisión y edición</b>	Jimmy Rodríguez Contreras



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.