Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Gamificación educativa: Desarrollo y evaluación de un software para reforzar las operaciones aritméticas en estudiantes de educación básica

Educational gamification: Development and evaluation of a software to reinforce arithmetic operations in elementary school students

Rivera-Blas, E.Z.[a]*, Rodríguez-Contreras, N.[a], Rosas-Escobedo, A.[a], Rivera-Blas, R.[b]

[a] Departamento de Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México Campus Alvarado; C.P. 95250 Alvarado, Veracruz.

[b] Departamento de Ingeniería en Robótica Industrial, Especialización en Ingeniería Mecánica y Maestría en Ingeniería de Manufactura; ESIME Azcapotzalco Instituto Politécnico Nacional; C.P. 02519 Ciudad de México, CDMX.

emmanuel.rb@alvarado.tecnm.mx*; nayeli.rc@alvarado.tecnm.mx; alfonso.re@alvarado.tecnm.mx; rriverab@ipn.mx

Innovación tecnológica: software gamificado de operaciones aritméticas básicas.
Área de aplicación industrial: Escuelas públicas y privadas de educación básica.

Recibido: 24 octubre 2022
Aceptado: 09 octubre 2023

Abstract

The purpose of this research was to create educational software using the gamification technique, called SETGAM, in order to strengthen the learning of arithmetic operations (addition, subtraction and multiplication) in basic education students. This educational program is characterized by having attractive graphical user interfaces, fun activities and colorful and intuitive environments, designed with the usability of the software. To develop this software, the iterative evolutionary model (prototype) methodology was followed, which consists of four stages in the software development life cycle: specification, design and implementation, validation and evolution of the software.

A questionnaire was applied to 24 students in third, fourth and fifth grade elementary, using a Likert scale in the design. Subsequently, the results were analyzed using SPSS version 28 software and a statistical interpretation was performed. The test results indicated that 87.5% of primary education students "totally agreed" with the software, which validates its acceptance by this group of students.

Key Words: Educational software, gamification, arithmetic operations, elementary education.

Resumen

El propósito de esta investigación fue crear un software educativo utilizando la técnica de gamificación, denominado SETGAM, con el fin de fortalecer el aprendizaje de las operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) en alumnos de educación básica. Este programa educativo se caracteriza por contar con interfaces gráficas de usuario atractivas, actividades divertidas y entornos coloridos e intuitivos, diseñados en la usabilidad del software. Para desarrollar este software, se siguió la metodología del modelo evolutivo iterativo (prototipo), que consta de cuatro etapas en el ciclo de vida del desarrollo de software: especificación, diseño e implementación, validación y evolución del software.

Se aplicó un cuestionario a 24 estudiantes de tercero, cuarto y quinto grado de primaria, utilizando una escala Likert en el diseño. Posteriormente, se analizaron los resultados mediante el software SPSS versión 28 y se realizó una interpretación estadística. Los resultados de la prueba indicaron que un 87.5% de los estudiantes de educación primaria estuvieron "totalmente de acuerdo" con el software, lo que valida su aceptación por parte de este grupo de alumnos.

Palabras Clave: Software educativo, gamificación, operaciones aritméticas, educación básica.

1. 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 compresión lo que trae como consecuencia un bajo rendimiento escolar.

En México, existe una significativa carencia en el ámbito de las matemáticas, específicamente en lo que respecta al aprendizaje de las operaciones aritméticas, como lo indica la evaluación PLANEA 2018. Según los resultados de esta evaluación aplicada a estudiantes de sexto grado de primaria, el 59% de los estudiantes del país enfrenta dificultades para resolver operaciones básicas con números naturales tales como suma, resta, multiplicación y división, situándolos en el nivel I de la prueba, caracterizado por un "dominio insuficiente" del conocimiento. Un 18% alcanza un nivel básico (Nivel II), el 15% logra un nivel satisfactorio (Nivel III) y solo el 8% alcanza un nivel de dominio sobresaliente (Nivel IV).

Es importante destacar que de los tres estados con menor dominio en matemáticas se encuentra el estado de Veracruz con un promedio de 487 puntos, lo que representa una diferencia estadística de 15 puntos por debajo de la media nacional, con 503 puntos. Además, se observa que en la evaluación PLANEA 2015, Veracruz obtuvo un puntaje promedio de 501, lo que indica una disminución significativa en su puntaje a 487 en la evaluación PLANEA 2018. Esto evidencia una marcada reducción en el desempeño entre ambas fechas [1].

Hoy en día, es evidente que la educación ha

experimentado una transformación significativa a lo largo del tiempo. Los maestros se han visto obligados a modificar la manera en que llevan a cabo su labor debido a los avances tecnológicos que están presentes en la vida de los estudiantes actuales. Es por ello que la tecnología se ha vuelto un recurso esencial para los educadores en su quehacer docente, integrándola en actividades relacionadas con las materias que enseñan.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) desempeñan un papel de gran relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, antes de su aplicación, es esencial comenzar por comprender cómo aprende el niño, lo que en el ámbito educativo se conoce como desarrollo psicoevolutivo. Esto implica que, considerando la edad, los intereses y las motivaciones de los estudiantes, debemos definir y seleccionar estrategias didácticas adecuadas que aprovechen sus características individuales. En este contexto, las TIC se presentan como un recurso sumamente interesante para lograr una enseñanza atractiva, motivadora y altamente visual [2].

Según [3], la matemática tiene una fuerte relación con el juego, ya que el juego en muchas ocasiones se analiza a través de herramientas matemáticas. Debido a la similitud estructural entre el juego y las matemáticas y las diversas actividades y actitudes que comparten, es a veces mucho más efectivo el uso de juegos que mediante la selección de contenidos matemáticos más formales.

De acuerdo con [4] la gamificación se refiere al uso de elementos característicos de los juegos, como el diseño, las dinámicas y los componentes, en situaciones que no son inherentemente lúdicas, con el propósito de alterar las conductas de las personas, influyendo en su motivación y ayudando a alcanzar metas específicas.

Según [5], la gamificación se fundamenta en tres elementos o características clave: dinámicas, mecánicas y componentes. La parte dinámica corresponde al concepto y la estructura subyacente del juego, abordando aspectos como las restricciones, las emociones, la narrativa, la progresión, entre otros. El aspecto mecánico aborda los procesos que impulsan el desarrollo del juego, lo que incluye desafíos, recompensas, retroalimentación, competencia y otros elementos que influyen en la participación y el avance. Finalmente, los componentes se refieren a las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas, como logros, puntos, clasificaciones, niveles y otros elementos concretos que se incorporan en la experiencia del juego.

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].

De acuerdo con [7] los softwares educativos son herramientas informáticas diseñadas para respaldar las actividades de enseñanza, aprendizaje y administración, gracias a sus propiedades estructurales y funcionales, las cuales deben ser valoradas a fin de garantizar su uso eficiente, su nivel de fiabilidad, así como la satisfacción del usuario.

Por lo anteriormente mencionado, se propuso como objetivo crear un Software Educativo Mediante la Técnica de Gamificación (SETGAM), a fin de fortalecer la comprensión de las operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) con números naturales en los estudiantes de tercero, cuarto y quinto grado de primaria, además de diseñar e implementar un instrumento de medición para evaluar la usabilidad de SETGAM.

Un diseño de software representa la configuración planificada del software a implementar, incluyendo los modelos y las estructuras de datos empleadas por el sistema, las interconexiones entre sus componentes y, en algunas ocasiones, los algoritmos utilizados [8].

La creación del software siguió un modelo evolutivo iterativo (prototipo) que consta de cuatro fases en el ciclo de vida del desarrollo del programa: especificación, diseño e implementación, validación y evolución del mismo.

Para evaluar el software, se diseñó un instrumento de medición tipo escala Likert, tomando en cuenta 5 aspectos para su diseño: la parte educativa, el contenido, la interfaz, su funcionabilidad y la accesibilidad a las diferentes secciones. Luego, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach para evaluar su confiabilidad. Además, se utilizó el programa informático SPSS versión 28 para analizar los datos recopilados de la aplicación de la escala Likert a los participantes y su posterior interpretación de los resultados estadísticos obtenidos.

2. Método

2.1 Tipo de investigación

De acuerdo con [9], este estudio se llevó a cabo utilizando una investigación de tipo cuantitativa con un alcance exploratorio y descriptivo, no experimental con un diseño transversal. Se clasifica como exploratorio debido a que el software SETGAM no había sido previamente objeto de investigación, su alcance es descriptivo porque busca definir con precisión las propiedades y atributos del fenómeno en estudio. La característica no experimental se refiere a que no se realizaron intervenciones deliberadas en las variables. Se considera transversal por la recolección de datos en un tiempo único.

2.2 Población y Muestra

La población considerada para el estudio estuvo integrada por estudiantes de los grupos de tercer, cuarto y quinto grado de la escuela primaria Dolores María Mojica ubicada en la Ciudad de Alvarado, Veracruz, México. Para la selección de los participantes se optó por el método de muestreo no probabilístico, bajo el criterio de oportunidad, por lo que se consideró a los estudiantes que se encontraban en condiciones de contestar el instrumento, para lo cual se consultaron 24 estudiantes que se encontraban en la escuela primaria, debido a la pandemia COVID-19.

2.3 Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con [10] la escala Likert es una herramienta empleada en la investigación para recabar datos cuantitativos. Se clasifica como una escala aditiva de nivel ordinal y consta de una serie de afirmaciones o ítems a los que se pide que los sujetos reaccionen solicitando respuestas en términos de grado de que tan acuerdo o desacuerdo están con los ítems que se plantean.

Las escalas, en su rol como herramientas de medición, necesitan ser completamente válidas y confiables, es decir, deben demostrar un alto grado de precisión y fiabilidad. La validez se refiere a la capacidad del instrumento para medir de manera efectiva el constructo que se busca cuantificar, mientras que la fiabilidad se relaciona con la capacidad de arrojar resultados consistentes y libres de errores en mediciones repetidas [11].

En la tabla 1, se muestra la escala Likert utilizada en la encuesta, la cual se basó en las siguientes opciones de respuesta: el valor numérico 1 para el grado “Totalmente en desacuerdo”, el valor 2 para el grado “En desacuerdo”, el valor 3 para el grado “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, el valor 4 para el

grado “De acuerdo” y finalmente el valor 5 para el grado “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
				

En [12], se plantean cinco aspectos a considerar en la evaluación de un software educativo, abordando características tales como la usabilidad, el diseño, la funcionalidad y otros elementos. Esto se realiza con el propósito de establecer una metodología de evaluación.

Se propuso el desarrollo de un instrumento de evaluación destinado a valorar el software SETGAM por parte de los usuarios finales, en este caso, estudiantes de educación básica. A continuación, se describen características a considerar en la creación del instrumento.

a) Educativo

Según [13], el proceso mental requiere la interconexión de dos elementos fundamentales: el conocimiento y las acciones, como cuando un niño que no solo adquiere una habilidad con la ayuda de su madre, sino que también internaliza las normas y pautas que rigen y regulan esa habilidad en el contexto de aprendizaje, implicando la adquisición de la 'gramática de la interacción'. Es así que la importancia no radica en adquirir nuevas destrezas a través de una instrucción predefinida, siguiendo el enfoque conductista, sino en incorporar y asimilar el significado social y cultural inherente a la actividad que se realiza.

En [14] se menciona que, entre las cualidades del juego, se puede mencionar que es una actividad que se lleva a cabo de manera voluntaria, impulsada por la satisfacción intrínseca y no motivada por recompensas o ganancias específicas. Además, el juego cumple un papel definido en el desarrollo humano y debe ser abordado con seriedad. Aunque el juego brinda disfrute tanto al participar en él como al observarlo, también genera ciertos niveles de tensión que, al liberarse, proporcionan placer. Por otro lado, es relevante señalar que el juego fomenta la creación de vínculos significativos entre sus participantes.

Además, se destaca que las matemáticas también pueden considerarse un juego, aunque este juego implica aspectos científicos, instrumentales y filosóficos que convierten a las matemáticas en uno de los fundamentos esenciales de la cultura humana [15].

Dentro de las consideraciones fundamentales para garantizar la calidad educativa del software, [16] considera esencial tener en cuenta elementos como la utilidad en el ámbito educativo, la adaptación al público objetivo, la utilización de preguntas adecuadas, la motivación intrínseca de los estudiantes, el estímulo de la creatividad, la validez en las simulaciones, el control del educando en las actividades pudiendo finalizar y regresar al menú principal, y la retroalimentación oportuna y relevante.

En el rubro educativo, se busca que los estudiantes de primaria mejoren su pensamiento lógico, desarrollen habilidades de razonamiento y refuercen su comprensión y dominio de las operaciones aritméticas,

incluyendo la suma, la resta, la multiplicación y la división, a través de la incorporación del juego como herramienta de enseñanza.

b) Contenido

Para [16] el componente de contenido debe abordar información precisa, actualizada y relevante para los estudiantes, garantizando la ausencia de prejuicios y estereotipos. Debe incluir explicaciones claras y sencillas, junto con material audiovisual y multimedia de alta calidad, adaptado al público al que se dirige.

El objetivo principal es que los estudiantes refuercen su comprensión de las operaciones aritméticas, específicamente la suma, resta y multiplicación, utilizando números naturales. Para la suma y la resta, se emplean números de dos dígitos dentro del rango de 0 al 9. En el caso de la resta, se asegura que el número del minuendo siempre sea menor o igual al sustraendo, ya que en este nivel educativo aún no se han abordado restas con resultados negativos, garantizando así que la diferencia sea siempre positiva. En cuanto a la multiplicación, se utilizan valores de la tabla de multiplicar desde el 1 hasta el 10. Es importante destacar que, en cada escenario de estas operaciones, los elementos involucrados se presentan con números aleatorios para hacer que las operaciones sean dinámicas y variadas.

c) Interfaz humano-computadora

Para [13] la interfaz es parte integral de los aspectos culturales, físicos y sociales, por lo que deben tomarse en cuenta para el diseño de la misma. Además, la Interacción Humano-Computadora (HCI) o Interacción Persona-Ordenador (IPO) está enfocada en que la comunicación se da entre los individuos y los ordenadores a través de la interfaz, que actúa como intermediario entre el individuo y el ordenador para la transmisión de información, comandos y datos, así como la expresión de sensaciones, intuiciones y nuevas perspectivas.

Según [17], mediante la aplicación de un conjunto de principios de diseño de la interfaz, se identifican los elementos y funciones clave de la misma, para luego crear una plantilla de pantalla que servirá como base para el prototipo de la interfaz de usuario.

Entre las características a considerar en la interfaz [16] menciona la apariencia de menús e iconos, el diseño de la pantalla teniendo en cuenta la legibilidad y comprensión de los textos, uso adecuado de ventanas y botones, el uso de animaciones y gráficos para fomentar la motivación sin ser motivo de distracción para el usuario, el uso adecuado de colores, teniendo un diseño claro y atractivo de las diferentes pantallas, entre otras.

Para [18] los principios fundamentales para el diseño de interfaces incluyen el uso de metáforas comprensibles, la uniformidad y coherencia entre todas las pantallas, que el sistema sea predecible, que los usuarios se recuperen de los errores, debe estar diseñada para dar atención a los diferentes tipos de usuarios del sistema, entre otros.

En este rubro de Interfaz Humano-Computadora, se establecen pautas de diseño para la Interfaz Gráfica de Usuario, teniendo en cuenta elementos cruciales como la selección de colores, tipografía, el uso de imágenes tanto estáticas como animadas, la incorporación de sonidos para indicar acciones correctas e incorrectas, así como el movimiento dinámico de objetos en los distintos escenarios relacionados con operaciones de suma, resta y multiplicación. Además, se busca mantener la consistencia mediante el uso de botones de navegación y de interacción estándar en todo el software educativo.

d) Funcionalidad

Para [16] algunos criterios de calidad a considerar en la funcionalidad del software son la facilidad de uso, la implementación de materiales auto explicativos, la capacidad del programa de proveer funciones que cumplan con necesidades específicas, cuando el software se usa bajo ciertas condiciones, además de que el software se ajuste a los propósitos para los que fue creado y cumpla con precisión y seguridad.

e) Accesibilidad

La accesibilidad busca garantizar que cualquier persona, independientemente de sus habilidades, capacidades y contexto, pueda utilizar un objeto o medio sin dificultades [19].

El instrumento empleado para llevar a cabo la encuesta a los estudiantes que han tenido la oportunidad de utilizar SETGAM con el propósito de evaluar la usabilidad del software se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Instrumento de evaluación para SETGAM.

Ítem	Pregunta
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
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
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
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
11	Pudiste acceder a todas las secciones que consultaste sin problemas

2.4 Técnicas de análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, haciendo uso del software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 28. La Figura 1 muestra la pantalla principal del software con los datos del cuestionario.

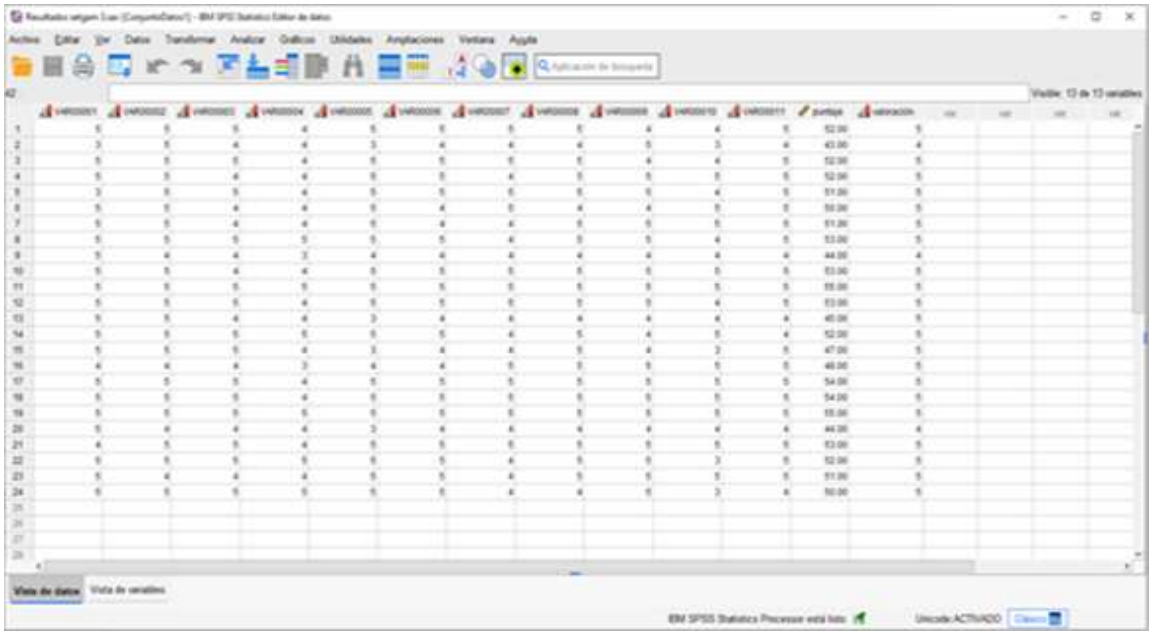


Figura 1. Pantalla de software SPSS utilizadas para el análisis de información.

Las pruebas realizadas en el trabajo de investigación fueron la prueba de fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, la matriz de correlaciones entre elementos y el coeficiente Alfa de Cronbach si se elimina un elemento, además se realizó la prueba KMO y prueba de esfericidad de Bartlett para verificar la pertinencia del análisis factorial o el análisis de componentes principales (ACP).

Además, se realizó un análisis estadístico de los valores obtenidos de la implementación de la escala Likert, donde se detallan la valoración que los estudiantes le dan a la usabilidad del software.

2.5 Procedimiento

Para la realización del estudio, se subdividió en dos etapas principales. La primera es la creación del software haciendo uso del proceso de ingeniería de software, la segunda etapa consiste en el análisis estadístico descriptivo, el cual incluye desde la fiabilidad del instrumento hasta el análisis de los resultados obtenidos en la implementación del mismo.

2.5.1 Creación del software

Dentro de los métodos de la ingeniería de software se incluyen diversas tareas, como la planificación y estimación del proyecto, la recopilación de los requisitos, el análisis de los requisitos del problema, el diseño de las estructuras de datos y la arquitectura de los programas, la codificación, las pruebas, la implementación y el mantenimiento [17]. De acuerdo con [8], un modelo de proceso de software se define como una representación simplificada del proceso de desarrollo de software. Cada modelo de proceso ofrece una visión particular y simplificada de dicho proceso, por lo que proporciona información parcial sobre el mismo. En esencia, un proceso de software es una secuencia de actividades interrelacionadas que culmina en la creación de un producto de software. Para el desarrollo del software SETGAM, se optó por utilizar el modelo evolutivo iterativo (prototipo), conocido también como modelo de prototipos. Este modelo se compone de cuatro etapas en el ciclo de vida del desarrollo del sistema, las cuales se detallan en la Figura 2.

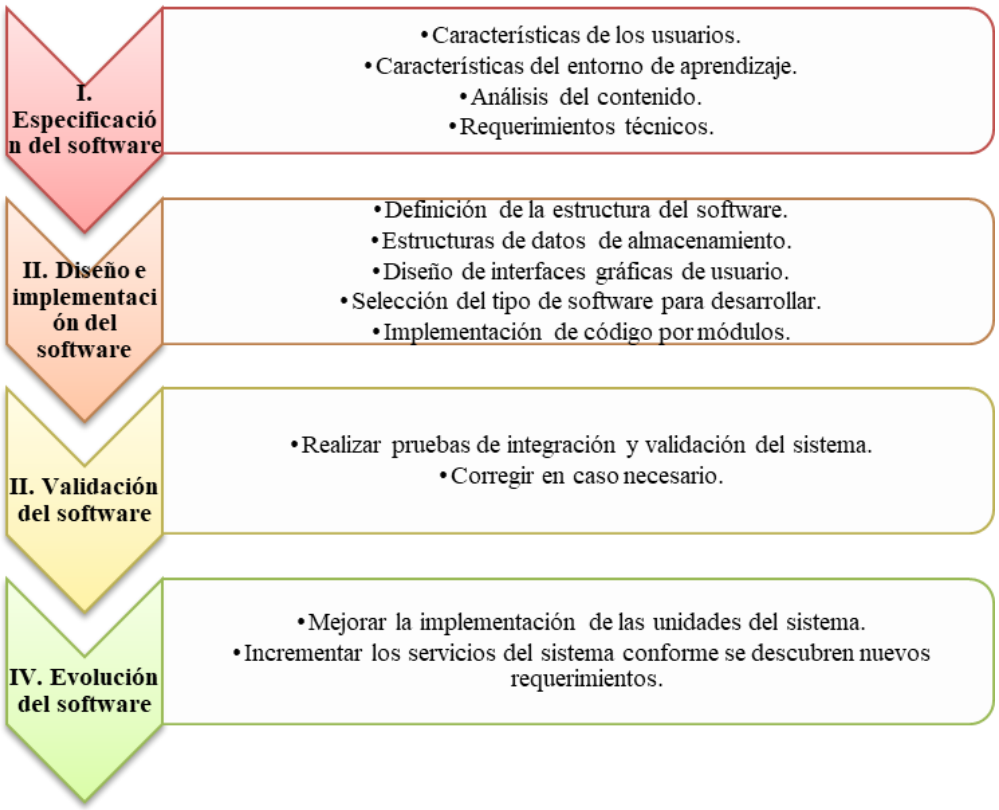


Figura 2. Etapas en el proceso de desarrollo de SETGAM.
Fuente: Elaboración propia.

Estas etapas se detallan de la siguiente manera:

- Especificación del software: En esta etapa se establecen las funciones que el software debe desempeñar y las limitaciones que debe respetar en su funcionamiento.
- Diseño e implementación del software: Aquí, se procede a desarrollar el software de acuerdo con las especificaciones previamente definidas.
- Validación del software: Se lleva a cabo una verificación exhaustiva del software para garantizar que cumple con las expectativas del cliente.
- Evolución del software: El software debe ser modificado y adaptado para satisfacer las cambiantes necesidades del cliente.

- **Especificación del software**

La fase de especificación del software se concentra en cumplir con los requisitos que conduzcan a satisfacer las necesidades del usuario final, lo que permite establecer objetivos y criterios de evaluación concretos para el proyecto en cuestión. Estos requisitos deben ser completamente identificados y descritos de forma nítida, precisa y detallada [20].

Durante esta fase inicial, se llevaron a cabo evaluaciones de aspectos como:

1. Características de los usuarios. El software se encuentra diseñado para ser utilizado por estudiantes que cursen desde tercer hasta quinto grado 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 completo será implementado en las computadoras de los laboratorios de informática de las escuelas primarias de la Ciudad de Alvarado, Veracruz. También se pondrá a disposición en dispositivos de almacenamiento secundarios para que los estudiantes lo puedan instalar en sus computadoras personales y utilizarlo según sus necesidades.
3. Análisis del contenido. Basándonos en el análisis realizado por la dimensión de la propuesta de SETGAM, hemos identificado cuatro escenarios principales para las actividades lúdicas, como se muestra en la Figura 3.
4. Requerimientos técnicos. Los requisitos técnicos de hardware y software que deben tenerse en cuenta como mínimos para la instalación y el funcionamiento incluyen una computadora con al menos 2 GB de RAM, un disco duro de capacidad de 320 GB, un procesador Intel Celeron y el Sistema Operativo Microsoft Windows Home. Además, es necesario instalar el entorno de ejecución Java (JRE) para el funcionamiento del software educativo.

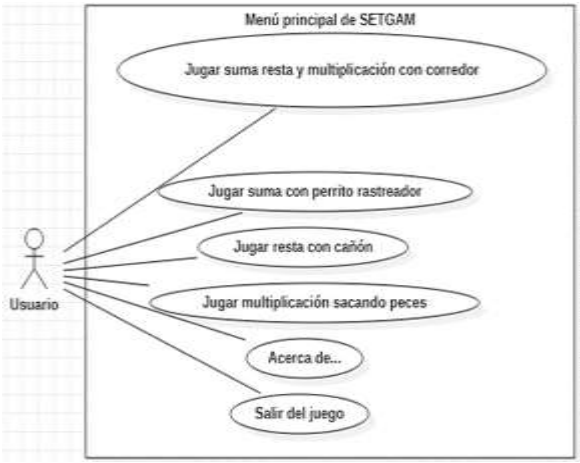


Figura 3. Caso de uso principal de SETGAM.
Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño e implantación del software**

El diseño de software representa la configuración planificada del software a implementar, incluyendo modelos y estructuras de datos empleadas por el sistema, las interconexiones entre sus componentes y, en algunas ocasiones, los algoritmos utilizados [8].

Durante esta fase, se establecieron las estructuras de almacenamiento para diversos tipos de contenido, como videos, audios e imágenes. Además, se diseñaron las interfaces gráficas de usuario, conocidas como GUI por sus siglas en inglés Graphical User Interface, teniendo en cuenta aspectos como el color de fondo y del texto, así como el tamaño de las imágenes y las opciones de navegación, entre otros. Además, se definió el número de secciones de SETGAM.

La fase de implementación implica transformar una especificación del sistema en un sistema ejecutable. Esto siempre implica procesos de diseño y programación de software, aunque también puede incluir la corrección de la especificación del software en caso de utilizar un enfoque de desarrollo incremental [8].

Durante esta etapa, se crearon las primeras iteraciones de las GUI que incluyen elementos relacionados con juegos interactivos que abordan operaciones de suma, resta y multiplicación. El prototipo realizado fue la base de este proyecto ya que a través de él se diseñaron las actividades pedagógicas. Se utilizó la estructura de contenidos definida en la fase de diseño y la navegabilidad de las pantallas.

El equipo encargado del desarrollo del software educativo estuvo compuesto por varios miembros, incluyendo dos pedagogos con experiencia en educación. Su función principal consistió en concebir el contenido educativo, asegurándose de que estuviera alineado con los objetivos de aprendizaje y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Además, contamos con la contribución de dos ingenieros en Sistemas Computacionales, quienes aportaron su pericia en el desarrollo de software y la programación para transformar las ideas pedagógicas en una aplicación plenamente funcional. Garantizaron la estabilidad, seguridad y facilidad de uso del programa. Asimismo, un diseñador gráfico se encargó de la estética visual y la experiencia del usuario en el software. El prototipo sirvió para hacer mejoras hasta llegar a la versión final de SETGAM.

- **Validación del software**

La validación tiene como objetivo confirmar que el software cumple con las expectativas del usuario [8], es decir, que se está desarrollando el producto adecuado [21]. En otras palabras, implica la participación del usuario para determinar si el programa satisface sus necesidades [22]. Para [17] la validación consiste en un conjunto de actividades diseñadas para garantizar que el software construido cumpla con los requisitos del cliente. Durante esta fase, se llevan a cabo pruebas de integración y validación del sistema para verificar su funcionamiento correcto. Dichas pruebas serán de bajo y alto nivel, las de bajo nivel servirán para verificar la implementación precisa de pequeños segmentos de código fuente, y las pruebas de alto nivel, que permitirán evaluar las funciones principales del sistema partiendo de los requisitos del cliente [17].

Las pruebas realizadas al software educativo se detallan a continuación:

- Al hacer clic en el botón de ayuda en cada interfaz gráfica de usuario, se debe abrir una ventana con la ayuda correspondiente.
- Al hacer clic en el botón de inicio en cada interfaz gráfica de usuario, se debe regresar al menú principal.
- Al hacer clic en cada botón del menú principal, se debe mostrar la interfaz gráfica de usuario correspondiente con todos sus elementos.
- Se verifica que todos los elementos con funciones similares en diferentes interfaces gráficas de usuario sean consistentes en términos de tamaño y color.
- Los sonidos deben reproducirse de manera apropiada en relación con las acciones correctas, incorrectas o las acciones en los elementos de la interfaz gráfica de usuario.
- Se realizaron pruebas en el juego del corredor de los 100 metros planos para verificar la entrada de datos, confirmando que los sonidos se activan en caso de respuestas correctas o incorrectas, que el corredor avanza si la respuesta es correcta, que el corredor no avanza si la respuesta es incorrecta, que se muestra un mensaje cuando el corredor llega a la meta final y que se realiza un recuento preciso de respuestas correctas e incorrectas.
- Se verifica que todos los elementos de números generados aleatoriamente sean números naturales del 0 al 9 para construir las expresiones de las operaciones de suma, resta o multiplicación.
- Se confirma que las respuestas correctas generadas aleatoriamente en los distintos juegos de las interfaces gráficas de usuario aparezcan en diferentes posiciones de selección y que no se repitan los valores.

Los problemas identificados durante las pruebas permitieron perfeccionar el prototipo, llevando a cabo mejoras significativas en el proceso. Esta actividad se repitió en varias ocasiones, validando el prototipo hasta que se consideró que cumplía con los estándares de calidad tanto desde una perspectiva técnica como pedagógica.

- **Evolución del software**

Durante esta fase, se lleva a cabo la instalación y la implementación del sistema. El mantenimiento implica la corrección de fallos que no se identificaron en las fases previas del proceso de desarrollo, así como la mejora de las unidades del sistema y la ampliación de los servicios del sistema a medida que surgen nuevos requisitos [8].

2.5.2. Fiabilidad del instrumento

La comprobación de la fiabilidad del instrumento se hizo mediante la medición de la consistencia interna a través del coeficiente Alfa de Cronbach, para su posterior implementación y valoración de los resultados obtenidos.

Según [23] para que las encuestas sean consideradas como una fuente confiable de información, es necesario que cumplan con ciertos criterios, como la eliminación de omisiones o sesgos, la obtención de respuestas que satisfagan los objetivos alcanzables, y la capacidad de obtener resultados consistentes al replicar la aplicación del cuestionario.

Por lo tanto, para comprobar la confiabilidad del instrumento se debe verificar el valor del coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permite definir la consistencia interna, en otras palabras, “el grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación” [24].

De acuerdo con [25] el Alfa de Cronbach posee gran utilidad cuando se usa en pruebas con un único dominio o dimensión, ya que en caso contrario existe la posibilidad de subestimar la consistencia interna, por lo cual, este coeficiente debe usarse en escalas unidimensionales, no en escalas multidimensionales. Así mismo es importante mencionar que el coeficiente se vuelve más confiable cuando se calcula en una escala que contiene 20 ítems o menos, dado que con escalas más extensas podrían generar una percepción errónea de una alta consistencia interna cuando en realidad no la tiene.

Entender la consistencia interna de una escala constituye una etapa preliminar en la validación de un instrumento, especialmente para ciertos constructos en los cuales la falta de un estándar de referencia válido, confiable, práctico y económico hace que la consistencia interna sea la única opción de validación disponible [25].

El valor mínimo aceptable para el coeficiente es de 0.7; valores más bajos revelan que la consistencia interna (correlación entre cada una de las preguntas) del instrumento utilizado es bajo, por el contrario, valores superiores a 0.7 revelan que la correlación entre variables es fuerte [25]. Para la determinación del coeficiente Alfa de Cronbach se utilizó el software SPSS (del inglés Staticstical Package for the Social Sciences) en su versión 28.

En [25] se hace referencia a que el muestreo por conveniencia facilita la elección de casos que están disponibles y dispuestos a participar. Esto se basa en la accesibilidad y cercanía conveniente de los sujetos para el investigador.

Utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach para el total de ítems de la escala diseñada se obtuvo un valor de 0.807, el cual se encuentra dentro del rango de valores aceptables (entre 0.70 y 0.90) expresado por [25], el cual considera que un valor por debajo de 0.7 significa una consistencia interna baja, y valores por encima de 0.90 hace referencia a que existe redundancia o duplicación entre los ítems.

La tabla 3 muestra los estadísticos de

fiabilidad para el total de ítems analizados, confirmándose la alta confiabilidad del instrumento.

Tabla 3. Estadístico de fiabilidad Alfa de Cronbach obtenido en el análisis.

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

Para determinar la pertinencia de llevar a cabo un análisis factorial se requieren una serie de pruebas. Dichas pruebas conocidas como medidas de adecuación muestral son la prueba de Kaiser-Meyer Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett [26].

La prueba KMO permite analizar la adecuación de la muestra o determinar si el análisis factorial es adecuado para la cantidad de sujetos que tiene el estudio. La prueba KMO arroja valores entre 0 y 1, indicando que los valores en el rango de 0 a 0.05 indica que no es conveniente recurrir al análisis factorial para explicar el fenómeno objeto de estudio.

La tabla 4 muestra una medida de adecuación al muestreo de 0.538 obtenido en la prueba KMO, indicando que el conjunto de datos no es adecuado para realizar el análisis factorial debido a que el procedimiento sería pobre en términos de poder informativo.

Por su parte, en la prueba de esfericidad de Bartlett se usa para probar la hipótesis nula que afirma que las variables no están correlacionadas en la población [27]. En este caso con la prueba de esfericidad de Bartlett se obtiene valor de significancia de 0.001, por debajo del valor crítico $p<0.05$, por lo que se puede considerar como válido el resultado y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 4. Prueba KMO y Bartlett aplicada a los participantes.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.538
Prueba de esfericidad de Bartlett	**Aprox. Chi-cuadrado**	137.575
	gl	55
	Sig.	<.001

El análisis realizado constó del total de elementos, sin considerar categorías de análisis ni variables de agrupación, observándose que el instrumento es unidimensional, lo cual es relevante, con solo un componente que explica el comportamiento del fenómeno.

La tabla 5 muestra el análisis estadístico descriptivo obtenido de la aplicación del instrumento a los estudiantes. En este análisis, se observan puntuaciones medias superiores a 4.0, con una variabilidad compacta entre los diferentes ítems, que se sitúan en un rango de 4.17 a 4.83, y desviaciones estándar que varían en un rango de 0.381 a 0.776. Estos hallazgos indican un equilibrio general entre los ítems del instrumento.

Tabla 5. Análisis estadístico descriptivo de los elementos.

Estadísticos del elemento				
		Media	**Desviación estándar**	**N**
1	Te gustó practicar	4.75	.608	24
2	Te despertó el interés	4.83	.381	24
3	Se te hicieron fáciles	4.58	.504	24
4	Localizaste de forma rápida	4.17	.565	24
5	Imágenes y colores	4.58	.776	24
6	Claridad imágenes y textos	4.67	.482	24
7	Claridad sonido	4.50	.511	24
8	Comprendiste con facilidad	4.75	.442	24
9	Funcionamiento de la aplicación	4.67	.482	24
10	Supiste que hacer en caso de error	4.33	.761	24
11	Pudiste acceder a las secciones	4.75	.442	24

La matriz de correlaciones entre elementos es una matriz de dimensiones cuadradas que muestra cómo cada pregunta se relaciona con todas las demás, incluyendo su relación consigo misma en la diagonal principal [28]. Dicha matriz muestra el resultado del coeficiente de Pearson (r) que representa una medida de la intensidad de la relación lineal existente entre dos variables, varía de -1 a 1, cuando es cercano a cero indica poca o nula asociación o correlación, 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 la Tabla 6 se puede observar las correlaciones entre los 11 ítems analizados. Los valores proporcionados representan la fuerza y dirección de la relación entre dos ítems. De dicha tabla podemos observar que existen correlaciones significativas entre algunas variables. Por ejemplo, la correlación más fuerte se presenta con los ítems 8 “comprendiste con facilidad” y 11 “pudiste acceder a las secciones”, lo cual sugiere que comprender con facilidad les facilitó acceder a las secciones del software.

Existen correlaciones positivas significativas entre algunas variables. Por ejemplo, el ítem 3 “Se te hicieron fáciles” y el ítem 6 “Claridad imágenes y texto” tienen una correlación positiva de 0.657, lo que sugiere que a los estudiantes que se les hizo fácil también les gustó la claridad en las imágenes y los textos.

Tabla 6. Matriz de correlación entre elementos.

	Matriz de correlaciones entre elementos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Te gustó practicar	Te despertó el interés	Se te hicieron fáciles	Localizaste de forma rápida	Imágenes y colores	Claridad imágenes y textos	Claridad sonido	Comprendiste con facilidad	Funcionamiento de la aplicación	Supiste que hacer en caso de error	Pudiste acceder a las secciones
1	Te gustó practicar	1	0	0.071	0.253	0.231	0.149	-0.14	0.081	-0.297	0.188	0.081
2	Te despertó el interés	0	1	0.529	0.539	0.344	0.395	0.224	0.258	0.158	-0.1	0.258
3	Se te hicieron fáciles	0.071	0.529	1	0.561	0.427	0.657	0.338	0.488	0.12	-0.189	0.293
4	Localizaste de forma rápida	0.253	0.539	0.561	1	0.364	0.533	-0.151	0.174	0.213	-0.135	0
5	Imágenes y colores	0.231	0.344	0.427	0.364	1	0.776	0.439	0.57	0.427	0.466	0.57
6	Claridad imágenes y textos	0.149	0.395	0.657	0.533	0.776	1	0.354	0.612	0.437	0.198	0.408

7	Claridad sonido	-0.14	0.224	0.338	-0.151	0.439	0.354	1	0.385	0.177	0.447	0.577
8	Comprendiste con facilidad	0.081	0.258	0.488	0.174	0.57	0.612	0.385	1	0.408	0.387	0.778
9	Funcionamiento de la aplicación	-0.297	0.158	0.12	0.213	0.427	0.437	0.177	0.408	1	0.198	0.408
10	Supiste que hacer en caso de error	0.188	-0.1	-0.189	-0.135	0.466	0.198	0.447	0.387	0.198	1	0.387
11	Pudiste acceder a las secciones	0.081	0.258	0.293	0	0.57	0.408	0.577	0.778	0.408	0.387	1

A continuación, se presentan los valores de Alfa de Cronbach después de eliminar un elemento del conjunto de datos, a fin de interpretar como afecta esta eliminación a la consistencia interna del instrumento. La Tabla 7 muestra que en la mayoría de los valores (7 ítems) disminuye el coeficiente al suprimir el elemento por lo que se puede interpretar como que estaban contribuyendo positivamente a la consistencia interna de la escala por lo que no es recomendable su eliminación en el instrumento. También se muestran 4 elementos en los que los valores presentan un aumento del coeficiente poco sustancial, por lo que tampoco sugiere que se eliminen los ítems mencionados.

Es así que se comprueba 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 si se elimina una pregunta es de 0.745, considerándose el valor dentro del rango aceptable; esto indica que el instrumento es aceptable y fiable para proceder a su implementación.

Tabla 7. Valor de Alfa de Cronbach si se elimina un elemento.

Estadísticos del 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

Por todo lo anterior, se puede concluir que el instrumento es confiable y puede ser utilizado en el proyecto para su aplicación en los participantes.

3. Resultados

Como parte de los resultados alcanzados en el proyecto se obtuvo el software SETGAM el cual se creó utilizando el lenguaje de programación Java, teniendo en cuenta los requisitos de instalación, usabilidad y la infraestructura disponible en las escuelas primarias de la Ciudad de Alvarado, Veracruz. Esto permite que el software educativo pueda ejecutarse de manera local en cada computadora, lo que facilita a los padres de familia su instalación en sus hogares para que sus hijos puedan utilizarlo. La Figura 4 muestra la pantalla principal de SETGAM.



Figura 4. Pantalla principal de SETGAM.

La Figura 5 muestra la actividad de juego llamada 'SUMA, RESTA y MULTIPLICACIÓN con el corredor de 100 metros planos', los niños practican sumas, restas y multiplicaciones mientras participan en una carrera de 100 metros contra una corredora. Por cada respuesta correcta a una operación, el corredor avanza, mientras que, si la respuesta es incorrecta, se queda en su lugar y la corredora continúa avanzando en la pista. Las operaciones involucran números naturales del 0 al 9, y en el caso de las restas, el primer número es igual o mayor que el segundo, ya que los niños no han aprendido sobre resultados negativos.



Figura 5. Pantalla SUMA, RESTA Y MULTIPLICACIÓN con el corredor de 100 metros planos.

En la Figura 6 el juego 'SUMA con el perrito rastreador de números', los niños practican la suma de tres números, desarrollando habilidades de suma mental y conteo de aciertos. En cada rastreo, un perrito encuentra números naturales aleatorios en el rango del 0 al 9.



Figura 6. Pantalla SUMA con perrito rastreador de números.

La actividad del juego 'RESTA activando los cañones con el fuego' implica la práctica de restas simples mediante la activación de cañones con una llama. Se utilizan números naturales del 0 al 9, tal como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Pantalla RESTA activando los cañones con el fuego.

En el juego 'MULTIPLICA sacando peces con los pescadores', los niños practican las tablas de multiplicar del 1 al 10, tal como lo muestra la Figura 8.



Figura 8. Pantalla MULTIPLICA sacando peces con los pescadores.

Por otro lado, se aplicó el instrumento de evaluación del software a 24 alumnos de la escuela primaria Dolores María Mojica ubicada en la Ciudad de Alvarado, Veracruz, México. La Figura 9 y la Figura 10 ilustran el momento en que los estudiantes utilizaban SETGAM con la finalidad de evaluar la usabilidad del software educativo por medio del instrumento que se ilustra en la Figura 11, además de observar si el software educativo causaba interés en los alumnos por medio de la técnica de gamificación para reforzar el aprendizaje de las operaciones aritméticas con la intención de que puedan aprender de una manera diferente y divertida.



Figura 9. Prueba de SETGAM perrito rastreador de números.



Figura 10. Prueba de SETGAM Corredor de 100 metros.

INSTRUMENTO PARA EVALUAR LA USABILIDAD DE SETGAM. GRADO:
MARCA CON UNA "X" LA COLUMNA QUE CONSIDERES PARA CADA ÍTEM

	Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
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.					
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.					
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.					
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.					
11	Pudiste acceder a todas las secciones que consultaste sin problemas.					

Figura 11. Instrumento de usabilidad del software educativo SETGAM.

La calidad de un software se describe como el nivel en el que un producto cumple con las necesidades tanto obvias como expresas cuando se utiliza en circunstancias particulares. La usabilidad se refiere a la capacidad de un producto para permitir que usuarios particulares logren objetivos específicos de manera efectiva, eficiente y satisfactoria en un contexto de uso determinado [30].

Para el siguiente análisis fue necesario la transformación de variables para cualificar la valoración del software. Para ello, se procedió a la aplicación del instrumento después de haber manipulado el software por parte de los 24 estudiantes.

Dentro de las medidas de tendencia central se encuentra la media, definida como el promedio de los valores [31], esta indica el promedio de puntuación de cada pregunta [32]; el intervalo de confianza del 95% para la media proporciona una estimación de la ubicación de la verdadera media de la población con un nivel de confianza del 95%. Esto se refleja en los límites inferior y superior del intervalo, que sugieren que, en un 95% de las ocasiones, la verdadera media de la población estará contenida dentro de estos límites. La media recortada al 5% se calcula después de eliminar el 5% de los valores más bajos y el 5% de los valores más altos del conjunto de datos antes de calcular la media. Este enfoque se utiliza para obtener una medida de tendencia central que es menos sensible a valores atípicos o extremos en la distribución de datos. La mediana corresponde al valor central cuando todos los datos se ordenan de menor a mayor [32] y por último la moda hace referencia al valor que más se repite en una distribución [33].

Los estadísticos o medidas de dispersión indican la variabilidad de una variable con respecto a la muestra o población [34].

Dentro de estas se encuentran la desviación típica o estándar, la cual se encarga de medir el grado de dispersión entre las observaciones alrededor de su media [24] y la varianza la cual es la desviación estándar al cuadrado.

A su vez se mencionan los valores mínimos y máximos para cada variable o ítem, así como el rango, el cual se establece como la diferencia entre valor máximo y el valor mínimo [32]. El rango intercuartil es la diferencia entre el tercer cuartil y el primer cuartil y sirve para identificar la dispersión de los valores centrales de un conjunto de datos, excluyendo los valores atípicos.

Y finalmente, se muestran la asimetría y curtosis de la variable o ítem analizado. La asimetría indicará la distribución de los datos con respecto a la media, la curtosis es utilizada para describir la distribución y es la medida que evalúa la concentración de valores de las colas en una distribución. En la asimetría un valor cercano a cero indica una distribución aproximadamente simétrica y en el caso del valor de la curtosis, una medición positiva indica una mayor concentración en la cola de la distribución.

La Tabla 8 muestra una descripción más amplia de los datos estadísticos descriptivos para los 11 ítems o variables obtenidas del análisis realizado con el software SPSS. Dichos valores proporcionan un panorama de las características de las variables o ítems.

Tabla 8. Análisis estadístico por pregunta.

		Te gustó practicar	Te despertó el interés	Se te hicieron fáciles	Localizaste de forma rápida	Imágenes y colores	Claridad imágenes y textos	Claridad sonido	Comprendiste con facilidad	Funcionamiento de la aplicación	Supiste que hacer en caso de error	Pudiste acceder a las secciones
N	Válido	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		4.75	4.83	4.58	4.17	4.58	4.67	4.50	4.75	4.67	4.33	4.75
95% intervalo de confianza	Límite inferior	4.49	4.67	4.37	3.93	4.26	4.46	4.28	4.56	4.46	4.01	4.56
	Límite superior	5.01	4.99	4.8	4.41	4.91	4.87	4.72	4.94	4.87	4.65	4.94
Media recortada al 5%		4.83	4.87	4.59	4.19	4.65	4.69	4.5	4.78	4.69	4.37	4.78
Mediana		5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.50	5.00	5.00	4.50	5.00
Moda		5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Desv. estándar		.608	.381	.504	.565	.776	.482	.511	.442	.482	.761	.442
Varianza		.370	.145	.254	.319	.601	.232	.261	.196	.232	.580	.196
Asimetría		-2.375	-1.910	-.361	.059	-1.522	-.755	.000	-1.233	-.755	-.669	-1.233
Error estándar de asimetría		.472	.472	.472	.472	.472	.472	.472	.472	.472	.472	.472
Curtosis		4.614	1.792	-2.048	.237	.610	-1.568	-2.190	-.531	-1.568	-.896	-.531
Error estándar de curtosis		.918	.918	.918	.918	.918	.918	.918	.918	.918	.918	.918
Rango		2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1
Mínimo		3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4
Máximo		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

El análisis de las frecuencias por pregunta se muestra a continuación en la Tabla 9, donde se pueden apreciar el número de sujetos que eligió cada uno de los valores de la escala dado en porcentaje y porcentaje acumulado.

Tabla 9. Análisis de frecuencias de las respuestas del instrumento por pregunta.

Ítem 1. Te gustó practicar

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	8.3	8.3
	De acuerdo	2	8.3	16.7
	Totalmente de acuerdo	20	83.3	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 2. Te despertó el interés

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	4	16.7	16.7
	Totalmente de acuerdo	20	83.3	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 3. Se te hicieron fáciles

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	10	41.7	41.7
	Totalmente de acuerdo	14	58.3	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 4. Localizaste de forma rápida

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	8.3	8.3
	De acuerdo	16	66.7	75.0
	Totalmente de acuerdo	6	25.0	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 5. Imágenes y colores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	16.7	16.7
	De acuerdo	2	8.3	25.0
	Totalmente de acuerdo	18	75.0	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 6. Claridad imágenes y textos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	8	33.3	33.3
	Totalmente de acuerdo	16	66.7	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 7. Claridad sonido

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	12	50.0	50.0
	Totalmente de acuerdo	12	50.0	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 8. Comprendiste con facilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	6	25.0	25.0
	Totalmente de acuerdo	18	75.0	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 9. Funcionamiento de la aplicación

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	8	33.3	33.3
	Totalmente de acuerdo	16	66.7	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 10. Supiste que hacer en caso de error

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	16.7	16.7
	De acuerdo	8	33.3	50.0
	Totalmente de acuerdo	12	50.0	100.0
	Total	24	100.0	

Ítem 11. Pudiste acceder a las secciones

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	6	25.0	25.0
	Totalmente de acuerdo	18	75.0	100.0
	Total	24	100.0	

Considerando un análisis estadístico descriptivo de manera general que considere los 11 ítems y el total de estudiantes, se presenta la Tabla 10, que muestra el resumen de los estadísticos obtenidos mediante SPSS.

El resumen de los estadísticos de forma general nos proporciona información relevante para la toma de decisiones en investigaciones futuras.

Tabla 10. Resumen de los estadísticos de forma general.

puntaje (Agrupada)	
Válido	24
Perdidos	0
Media	4.88
Mediana	5.00
Moda	5
Desv. estándar	.338
Varianza	.114
Asimetría	-2.422
Error estándar de asimetría	.472
Curtosis	4.210
Error estándar de curtosis	.918
Rango	1
Mínimo	4
Máximo	5

Siguiendo con el análisis considerando los datos de forma general, la Tabla 11 muestra las puntuaciones generales obtenidas en el instrumento, mostrando que un 12.5% está de acuerdo que SETGAM satisface las necesidades del usuario en términos de usabilidad, y el 87.5% se encuentra totalmente de acuerdo.

Tabla 11. Frecuencias obtenidas de forma general.

Puntaje (Agrupada)

		Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje válido**	**Porcentaje acumulado**
Válido	**De acuerdo**	**3**	**12.5**	**12.5**	**12.5**
	Totalmente de acuerdo	**21**	**87.5**	**87.5**	**100.0**
	Total	**24**	**100.0**	**100.0**	

4. Discusión

El software SETGAM está diseñado con el fin de promover en el estudiante de los primeros grados de nivel primaria el interés hacia las matemáticas mediante la inclusión de actividades lúdicas para comprender algunas operaciones matemáticas como la suma, resta y multiplicación. En cuanto a su diseño se lograron crear interfaces gráficas llamativas y adecuadas a la edad del usuario. En cuanto al funcionamiento del mismo no se presentaron problemas técnicos durante su ejecución con los estudiantes de la escuela primaria.

Al contrastar SETGAM con las características de gamificación descritas por [5], se puede afirmar que el software satisface estas características al integrar en sus elementos dinámicos, mecánicos y componentes, actividades como restricciones, desafíos, retroalimentación, logros, clasificaciones y niveles, lo que tuvo un impacto positivo en la motivación de los estudiantes.

Asimismo, se observó que la utilización de SETGAM emerge como una herramienta tecnológica de gran utilidad para fomentar una enseñanza atractiva, motivadora y altamente orientada hacia lo visual, en línea con lo que argumenta [2].

Con respecto a las pruebas estadísticas realizadas se puede mencionar que proporcionaron una detallada descripción del instrumento, de su fiabilidad y validez para su implementación en la muestra del estudio. A su vez los análisis estadísticos descriptivos nos proporcionan un panorama de la valoración de la usabilidad del software SETGAM por parte de los estudiantes muestreados.

Del análisis estadístico descriptivo de los elementos (Tabla 5) se destaca que las medias se comportan de manera homogénea, a la vez que presentan una variación muy pequeña entre las preguntas por lo que los resultados sugieren un instrumento equilibrado entre sus preguntas.

En cuanto al análisis estadístico por pregunta (Tabla 8) es importante destacar que la media de las preguntas está por encima del valor 4.0, siendo el mínimo valor 4.17 y 4.83 como valor máximo, lo que lo coloca dentro del rango “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” con la usabilidad de SETGAM. Podemos mencionar con un 95% de confianza que la media se encuentra en los límites por encima del valor 4 (a excepción de la pregunta “localizaste de forma rápida”, que da un límite inferior de 3.93), siendo especialmente alta en las preguntas “te despertó el interés” y “te gustó practicar” con valores de 4.99 y 5.01 respectivamente, resaltando que los estudiantes se sintieron atraídos por el software.

Asimismo, la moda fue de 5, a excepción de las preguntas “localizaste de forma rápida” y “claridad sonido”, donde la moda fue de 4, denotando que en su mayoría de las respuestas se consideró la usabilidad de SETGAM como “totalmente de acuerdo”. El valor obtenido en las desviaciones estándar es bajo lo que permite apreciar una puntuación compacta entre los resultados obtenidos por pregunta. Los valores permiten inferir que los estudiantes valoran positivamente el software. De igual manera se puede apreciar que los valores mínimo y máximo obtenidos en las preguntas fue de 3 y 5 respectivamente, lo que lo indica que se pueden descartar las respuestas “totalmente en desacuerdo” y “en desacuerdo”.

Otro aspecto a comentar con relación al análisis de frecuencias por ítem (Tabla 9) es que para las preguntas 1, 4, 5 y 10, los resultados obtenidos se observaron en los rangos de la escala que incluyen las

categorías “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, destacando que las mayores frecuencias se obtuvieron en los últimos dos valores del rango de la escala. Las preguntas restantes (2, 3, 6, 7, 8, 9 y 11) obtuvieron frecuencias dentro del rango de categorías “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, obteniéndose la mayor puntuación en la última mencionada.

El resumen de los estadísticos de forma general (Tabla 10) nos proporciona información relevante acerca de los datos analizados en conjunto. Al revisar la evidencia se observa que los puntajes de la media se encuentran alrededor de 4.88 con una dispersión relativamente baja, con una distribución leptocúrtica y asimétrica negativa, por lo que los puntajes están muy concentrados alrededor de la media y con mayor dispersión de los datos hacia la izquierda de la misma.

A partir del análisis de las frecuencias obtenido de forma general (como se muestra en la Tabla 11), se puede concluir que el 12.5% de los estudiantes expresaron estar "de acuerdo", mientras que el 87.5% de los estudiantes manifestaron estar "totalmente de acuerdo" con respecto a la usabilidad del software SETGAM.

La prospectiva de los resultados sugiere la posibilidad de implementar SETGAM en otras instituciones de educación primaria mediante la transferencia de tecnología. Se recomienda establecer colaboraciones con las escuelas primarias cercanas que dispongan de laboratorios de informática para que la aplicación pueda utilizarse como un refuerzo en la enseñanza de las matemáticas para los estudiantes. Otra opción para aquellas escuelas que no cuenten con laboratorio de informática podría ser proporcionárselo a los estudiantes para que puedan utilizarlo desde sus hogares.

Dentro de los factores que podrían haber influido en los resultados, es relevante destacar la influencia de la pandemia de COVID-19. Esta crisis sanitaria tuvo un impacto significativo en la cantidad de estudiantes que pudieron someterse a la prueba, ya que, durante el período de implementación, México experimentó medidas de aislamiento voluntario, lo que resultó en una muestra de participantes relativamente reducida.

En cuanto a la idoneidad del instrumento para evaluar la usabilidad del software, se reconoce que el coeficiente Alfa de Cronbach de 0.7 confirma la fiabilidad del instrumento para su aplicación. Sin embargo, la falta del análisis factorial plantea dudas sobre su validez. Además, a pesar de que la prueba de esfericidad de Bartlett arrojó un valor significativo de 137.575 (gl=55; Sig.<0.001) indicando que la prueba es apropiada para las técnicas de análisis, la prueba KMO no proporcionó valores óptimos (0.538) para poder implementar el análisis factorial, por lo que para futuras investigaciones se propone la aplicación de la prueba a un mayor número de estudiantes a fin de mejorar el valor en las pruebas KMO y así poder implementar el análisis factorial en el estudio. De igual manera puede ser considerado ampliar el número de ítems en caso de que se desee separar en categorías el instrumento.

5. Conclusiones

El desafío abordado en este artículo se relaciona con la dificultad que enfrentan los profesores de matemáticas al enseñar sobre operaciones aritméticas a estudiantes de nivel primario. El objetivo de este artículo fue mostrar el diseño y creación de un software educativo para apoyar en el aprendizaje de las operaciones aritméticas, además de la valoración que los estudiantes de educación básica le dan al software SETGAM.

Es por ello, que se presentó la creación del

software SETGAM así como su valoración mediante la aplicación de un instrumento tipo escala Likert. En cuanto al diseño y desarrollo del software SETGAM, se buscó crear un software que contribuya al quehacer docente y a los estudiantes de educación básica, específicamente de nivel primaria. Dicha contribución está enfocada al área de las matemáticas, específicamente las operaciones aritméticas suma, resta y multiplicación, debido a que son de las asignaturas en que los niños presentan más dificultad.

Podemos concluir, a través del análisis estadístico efectuado, que el 87.5% de los 24 estudiantes encuestados expresaron una total conformidad con la usabilidad de la aplicación SETGAM, lo que respalda firmemente su recomendación como una valiosa herramienta de apoyo en este contexto.

Como postura final, se demostró que el software satisface las necesidades del usuario en términos de usabilidad, ofreciendo actividades divertidas y entornos visuales amigables diseñados en la facilidad de uso, permitiendo que los niños puedan practicar de forma independiente. Esto no solo los motiva en su proceso de aprendizaje, sino que también enriquece la enseñanza de las operaciones matemáticas.

Pensando en las direcciones futuras de la investigación se contempla que el próximo paso involucre la introducción del software en las escuelas primarias de la zona de influencia. Además, se planea la aplicación de pruebas inferenciales utilizando grupos de control y grupos experimentales con el propósito de evaluar el impacto de SETGAM en el proceso de aprendizaje de operaciones aritméticas en estudiantes de educación básica, particularmente en aquellos que cursan la primaria.

Se agradece al Instituto Tecnológico Superior de Alvarado (ITSAV) por brindar las facilidades en la realización de este proyecto de investigación. Asimismo, al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por haber aceptado el proyecto con financiamiento y así hacer posible el desarrollo del software educativo por medio de la Convocatoria de Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación 2021. Igualmente, se agradece la colaboración y cooperación al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por permitir trabajar en conjunto con el Dr. Raúl Rivera Blas y a la escuela primaria Dolores María Mojica por su participación en la implementación del instrumento para su posterior análisis.

6. Referencias

[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/remediosfracasouniv/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] Cova, A., Arrieta, X. (2012). Importancia de evaluar software educativos utilizados en la enseñanza del aprendizaje. *Revista Multiciencias*. *12*(Extraordinario). Pp. 277-282. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/904/90431109045.pdf

[8]. 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

[9] Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (1997). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.

[10]. Méndez, L, Peña, J. (2006). Manual práctico para el diseño de la escala Likert. Editorial Trillas.

[11] 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

[12] 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

[13] 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

[14] 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

[15] 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

[16]. Cova, A.., Arrieta, X., Riveros, V. (2008). Análisis y comparación de diversos modelos de evaluación de software educativo. *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento. 5* (3). Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/823/82350304.pdf

[17]. Pressman, R. (2010). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico.* 7ma. edición. México. Editorial McGraw Hill. Recuperado de http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF

[18] Shneiderman, B., et. Al. (2017). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-computer Interaction*. (6° ed.). Editorial Pearson.

[19] De Luca, D. (2016). Apps HTML 5 para móviles. Editorial Alfaomega. 2da edición. Buenos Aires, Argentina. 276 pp.

[20]. Roque, R., Díaz, R., Fernández, A. (2012). La especificación de requerimientos de software desde la perspectiva de un nuevo paradigma: los aspectos. Revista *CienciaUAT. 6*(3). Pp. 56-59. Recuperado de https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/49/39

[21] Mackenzie, G., Schulmeyer, G. (2000). Verification and Validation of Moderm Software-Intensive Systems. EUA, Editorial Prentice Hall.

[22] 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

[23] Bricio, E., Bricio, J., Ochoa, S., Ramírez, M., Flores, M. (2023). Autopercepción de las emociones de los universitarios en el regreso a las actividades presenciales tras el fin del aislamiento voluntario por el COVID-19. *Revista internacional de Investigación e Innovación Tecnológica. 11(*63). Recuperado de https://riiit.com.mx/apps/site/files_v2450/emociones_colima._6_riiit_jul-ago_2023.pdf

[24] Ocaña, M., Pérez, M., Quijano, R. (2013). Elaboración y validación de una escala de creencias de los alumnos de educación secundaria obligatoria respecto al medio ambiente. En: Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado. 17* (1). pp. 431-454. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/567/56726350025.pdf

[25] Celina H., Campo A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista colombiana de psiquiatría, 34 (4), pp. 572-580. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf

[26] López, M., Gutiérrez, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. REIRE. *Revista d´ Innovació I Recerca en Educació. 12*(2). Pp. 1-14. https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057

[27] Montoya, O. (2007). Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. Caso de estudio. *Revista Scientia Et Technica. 13*(35). Pp. 281-286. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/849/84903549.pdf

[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.

[30] Reyes, J., Berdugo, M., Machuca, L. (2016). Evaluación de usabilidad de un sistema de administración de cursos basado en la plataforma Lingweb. *Revista chilena de ingeniería. 24*(3). Pp. 435-444. http://doi.org/10.4067/S0718-33052016000300008

[31] Spiegel, M. (1977). Teoría y problemas

de Probabilidad y estadística. (8a edición). México: McGraw-Hill.

[32] IBM. (2021). IBM SPSS Statistics Base 28. https://www.ibm.com/docs/en/SSLVMB_28.0.0/pdf/es/IBM_SPSS_Statistics_Base.pdf

[33] Talavera, J., Rivas, R. (2011). Investigación clínica IV. Pertinencia de la prueba estadística. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. 49*(4). Pp. 401-405. Recuperado de https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2011/im114j.pdf

[34] Núñez, C., Barrientos, A. (2006). Estimación de la variabilidad interna de muestras poblacionales, mediante análisis de componentes principales. *Revista Interciencia. 31*(11). Pp. 802-806. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/339/33912208.pdf